



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE DOS FORMULACIONES DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN  
FORMA EDÁFICA EN DOS ÉPOCAS DE APLICACIÓN, CON TRES DOSIS DE  
FERTILIZACIÓN FOLIAR, EN EL CULTIVO DE CEBOLLA COLORADA (*Allium*  
*cepa. var. burguesa*).**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**KELLY KATHERINE CÁCERES MORENO**

**RIOBAMBA- ECUADOR**

**2017**

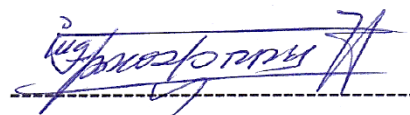
**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**  
**CERTIFICACIÓN**

**EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN, CERTIFICA QUE:** el trabajo de investigación titulado: " **EVALUACIÓN DE DOS FORMULACIONES DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN FORMA EDÁFICA EN DOS ÉPOCAS DE APLICACIÓN, CON TRES DOSIS DE FERTILIZACIÓN FOLIAR, EN EL CULTIVO DE CEBOLLA COLORADA (*Allium cepa*. var. burguesa)**", de responsabilidad de la Srta. **KELLY KATHERINE CÁCERES MORENO**, código 2065, ha sido revisado y constatado que se ha realizado las correcciones pertinentes, quedando autorizada su presentación y la sustentación de la misma.

**Tribunal del trabajo de titulación**

ING. JOSÉ FRANKLIN ARCOS TORRES.

**DIRECTOR**



ING. VÍCTOR ALBERTO LINDAO CÓRDOVA.

**ASESOR**



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, KELLY KATHERINE CÁCERES MORENO, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 20 de octubre del 2017



Kelly Katherine Cáceres Moreno

C.I 150107053-4

## DEDICATORIA

*A Dios por permitirme acabar mi carrera y estar presente cada día de mi vida, y más cuando todo fue difícil, permitiéndome conocer a personas que fueron esenciales en el transcurso de mi vida universitaria y personal que jamás olvidare.*

*A mi madre, Mirian Moreno que jamás me abandonó cuando más la necesite y me brindó su apoyo y amor incondicional, dándome sanos consejos para seguir y ver las cosas buenas de cada situación y enseñándome que no se necesita de nadie más que uno mismo para lograr una meta, un sueño, a mi hermano mayor Richard Cáceres por enseñarme a ser fuerte, y a mis hermanos menores Gerardo y Anabel, por sacarme una sonrisa siempre, en si a mí hermosa y pequeña familia compuesta por cinco hermosas personas especiales.*

*A aquellas personas que creyeron en mí fortaleza y formaron parte de mi vida, ayudándome de una u otra manera a seguir, sin decaer, que me extendieron su mano y me brindaron su más sincero apoyo, en mi carrera y en el transcurso de mi vida diaria, permitiéndome crecer y ser mejor.*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, pero en especial a la Escuela de Ingeniería Agronómica por haberme formado.*

*Al Ing. Franklin Arcos, por su colaboración en el desarrollo de esta investigación brindándome su valioso tiempo y conocimiento para realizar eficientemente este trabajo.*

*Al Ing. Victor Lindao, por brindarme su amistad y el valioso aporte para el desarrollo de esta investigación.*

*A mi madre, a mis hermanos a mi abuelito Maximiliano Cáceres, por su cariño y apoyo sincero e incondicional.*

*Al Sr. Elías Paucar por su apoyo en campo, y sus palabras de aliento.*

*A mis compañeros de clase, que a pesar de que fueron pocos, siempre hubo apoyo, risas y amistad que no olvidaré.*

*A mis amigos y personas especiales que formaron y forman parte de mi vida, por creer en mí y apoyarme.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>PÁG.</b>
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE GRÁFICAS	x
LISTA DE ANEXOS	xi

### CAPÍTULO

I.	TÍTULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	35
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
VI.	CONCLUSIONES	79
VII.	RECOMENDACIONES	80
VIII.	RESUMEN	81
IX.	SUMMARY	82
X.	BIBLIOGRAFÍA	83
XI.	ANEXOS	89

**LISTA DE TABLAS**

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG</b>
1.	Tolerancia de concentración de nutrimentos en aplicaciones foliares.	15
2.	Tiempo de absorción de nutrientes en los tejidos.	17
3.	Características del fertilizante foliar agro-nutri engrose.	20
4.	Principales plagas del cultivo de cebolla ( <i>Allium cepa</i> ).	32
5.	Principales enfermedades del cultivo de cebolla ( <i>Allium cepa</i> ).	33

## LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Ubicación geográfica del ensayo.	35
2	Condiciones climatológicas.	35
3	Características físicas del suelo.	36
4	Características químicas del suelo.	36
5	Composición química de los fertilizantes edáficos.	37
6	Composición química del fertilizante foliar.	37
7	Requerimiento nutricional del cultivo de cebolla colorada.	38
8	Aportación de nutrientes del agricultor.	39
9	Dosis y aportación de nutrientes del fertilizante foliar agro nutri engrose EDTA.	39
10	Dosis de fertilización edáfica.	39
11	Tratamientos de estudio.	40
12	Especificaciones del campo experimental.	41
13	Análisis de varianza (Adeva) para el cultivar.	42
14	Categoría de la cebolla según su diámetro ecuatorial.	47
15	Porcentaje de prendimiento a los 8 ddt.	48
16	Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de prendimiento a los 8 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	49
17	Porcentaje de prendimiento a los 15 ddt.	51
18	Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de prendimiento a los 15 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	52
19	Número de hojas a los 30 ddt.	53
20	Número de hojas a los 60 ddt.	54
21	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	55
22	Número de hojas a los 90 ddt.	56



23	Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 90 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	57
24	Altura de la planta a los 30 ddt.	59
25	Altura de la planta a los 60 ddt.	59
26	Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 60 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	60
27	Altura de la planta a los 90 ddt.	61
28	Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 90 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	62
29	Días a la cosecha.	64
30	Prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	65
31	Forma del bulbo.	67
32	Peso del bulbo (kg.parcela neta <sup>-1</sup> )	68
33	Prueba de Tukey al 5% para el peso del bulbo (kg.parcela neta <sup>-1</sup> ), según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	69
34	Rendimiento t.ha <sup>-1</sup>	71
35	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento t.ha <sup>-1</sup> , según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	72
36	Rendimiento.ha <sup>-1</sup> ajustado por categoría.	75
37	Ingreso en USD.ha <sup>-1</sup> por categoría.	76
38	Beneficio costo de las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	77

## LISTA DE GRÁFICAS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1	Porcentaje de prendimiento a los 8 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	49
2	Porcentaje de prendimiento a los 15 ddt, según las dos formulaciones de fertilización Edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	52
3	Número de hojas a los 60 días según, las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	55
4	Número de hojas a los 90 ddt según, las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	57
5	Altura de la planta a los 60 ddt según, las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	61
6	Altura de la planta a los 90 ddt según, las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	63
7	Días a la cosecha, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	66
8	Peso del bulbo (kg.parcela neta <sup>-1</sup> ), según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	70
9	Rendimiento t.ha <sup>-1</sup> , según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	73
10	Beneficio costo de las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.	78

## LISTA DE ANEXOS

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
1.	Localización del campo experimental.	89
2.	Esquema de distribución del ensayo.	90
3.	Porcentaje de prendimiento a los 8 ddt.	91
4.	Porcentaje de prendimiento a los 15 ddt.	92
5.	Número de hojas a los 30 ddt.	93
6.	Número de hojas a los 60 ddt.	94
7.	Número de hojas a los 90 ddt.	95
8.	Altura de la planta (cm) a los 30 ddt.	96
9.	Altura de la planta (cm) a los 60 ddt.	97
10.	Altura de la planta (cm) a los 90 ddt.	98
11.	Días a la cosecha.	99
12.	Forma del bulbo.	100
13.	Peso del bulbo (kg.parcela neta <sup>-1</sup> ).	101
14.	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> ).	102
15.	Costo del tratamiento1.ha <sup>-1</sup> .	103
16.	Costo del tratamiento2.ha <sup>-1</sup> .	105
17.	Costo del tratamiento3.ha <sup>-1</sup> .	107
18.	Costo del tratamiento 4.ha <sup>-1</sup> .	109
19.	Costo del tratamiento5.ha <sup>-1</sup> .	111
20.	Costo del tratamiento 6.ha <sup>-1</sup> .	113
21.	Costo del tratamiento7.ha <sup>-1</sup> .	115
22.	Costo del tratamiento8.ha <sup>-1</sup> .	117
23.	Costo del tratamiento9.ha <sup>-1</sup> .	119
24.	Costo del tratamiento10.ha <sup>-1</sup> .	121
25.	Costo del tratamiento11.ha <sup>-1</sup> .	123
26.	Costo del tratamiento12.ha <sup>-1</sup> .	125
27.	Costo del tratamiento13.ha <sup>-1</sup> .	127
28.	Análisis químico del suelo.	128



# **I. EVALUACIÓN DE DOS FORMULACIONES DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN FORMA EDÁFICA EN DOS ÉPOCAS DE APLICACIÓN, CON TRES DOSIS DE FETILIZACIÓN FOLIAR, EN EL CULTIVO DE CEBOLLA COLORADA (*Allium cepa*. var. burguesa).**

## **II. INTRODUCCIÓN**

El cultivo de cebolla colorada (*Allium cepa* L.), tiene una gran demanda en los mercados locales e internacionales debido a sus múltiples usos, desde el industrial hasta el consumo en fresco; de allí que, la cebolla es la segunda hortaliza más importante en el mundo, después del tomate, por lo que existe un mercado de interés de los productores por nuevas y mejores tecnologías, que les permitan incrementar la productividad de esta hortaliza. (Freire, 2012)

La cebolla es un cultivo muy extendido por todo el mundo, pues hay gran número de cultivares con distinta adaptación a las diferencias de climatología que influyen en su vegetación. A pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, y han de importar una parte de su consumo.

La superficie total plantada de cebolla en el mundo asciende a más de 2 millones de hectáreas, produciéndose 32.5 millones de toneladas. En la Unión Europea se producen anualmente unos 3 millones de toneladas de esta hortaliza, en 95.000 ha de superficie. Países como China están incrementando la producción. En los últimos cinco años, Nueva Zelanda ha triplicado su producción. En América, los principales países productores son: México, Ecuador, Jamaica y Paraguay. (Infoagro, 2002)

Benítez, (2003), manifiesta que la cebolla de bulbo es un elemento importante en la cocina ecuatoriana. Se la utiliza en la preparación de alimentos, como saborizante, en ensaladas, cebiches y muchos otros platos, Es utilizada en la Agroindustria, en conservas, deshidratados, etc. El bulbo contiene un aceite esencial pungente rico en compuestos sulfurados, vitaminas A, B1 y C, carotenos, derivados flavónicos, pectinas, sales minerales, varios azúcares, albúmina y almidón.

Según, INEC, (2010), menciona que la cebolla colorada se cultiva principalmente en la Sierra y en dos provincias del Litoral; La superficie sembrada a nivel nacional significa aproximadamente la tercera parte de la papa, a nivel nacional en el año 2009, se han sembrado 6.300 ha, de las cuales la superficie cosechada es de 5.875 ha; la producción es de 41.20 t.ha<sup>-1</sup>,

de las cuales se venden 39.382 t.ha<sup>-1</sup>. La diferencia se consume en la finca y otra parte se pierde por: sequías, heladas, plagas, enfermedades, inundaciones, precios bajos y otras razones, además menciona que el cultivo de cebolla colorada se ha concentrado principalmente en las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi. En la provincia de Chimborazo se cultiva alrededor de 1481 hectáreas de cebolla colorada al año.

## A. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la cebolla tiene un impacto positivo en la cocina de los ecuatorianos, así como también en los mercados internos y externos, debido a las propiedades que contiene esta hortaliza, siendo así una oportunidad más de producción para nuestros pequeños y medianos agricultores, permitiendo mejorar su economía familiar.

Para que haya una mejor producción es necesario una buena fertilización edáfica y una complementaria como lo es la fertilización foliar, debido a que los factores importantes que se debe considerar dentro de la evaluación del rendimiento del cultivo es su nutrición; el manejo de su fertilización, dará un mejor rendimiento de producción y por consiguiente una mayor rentabilidad para los agricultores, ya que al momento en el país no se conocen las formulaciones adecuadas de fertilizaciones edáfica y foliar que se deben aportar al cultivo de cebolla colorada.

Es por ello que en esta investigación se buscará una alternativa nutricional (formulación), para mejorar la producción del cultivo de cebolla colorada variedad burguesa (*Allium cepa L*), a través de formulaciones químicas de fertilización en forma edáfica, en dos épocas de aplicación, con tres dosis de fertilización foliar, a campo abierto en el sector de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), cantón Riobamba, provincia de Chimborazo en el departamento de horticultura; de las cuales se analizará el comportamiento agronómico del cultivo a la aplicación de las distintas formulaciones, con la finalidad de determinar que formulación es más conveniente, permitiendo conocer cuál de ellas reduce el costo de producción y al mismo tiempo obtener un buen rendimiento.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general**

Evaluar las formulaciones de fertilización química en forma edáfica y foliar en el cultivo de cebolla colorada (*Allium cepa*. var. Burguesa).

### **2. Objetivos específicos**

- a. Determinar la mejor formulación de fertilización química en forma edáfica y foliar en el cultivo de cebolla colorada (*Allium cepa*. var. Burguesa).
- b. Determinar el mejor tratamiento en base al análisis beneficio costo.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **A. FERTILIZACIÓN MINERAL**

Los abonos inorgánicos son sustancias químicas sintetizadas, ricas en fósforo, calcio, potasio y nitrógeno, que son nutrientes que favorecen el crecimiento de las plantas. Son absorbidos más rápidamente que los abonos orgánicos. (Roger, 2002)

Domínguez, (1997), citado por Vera, (2016), menciona que la fertilización mineral se ha centrado sobre unos pocos tipos de fertilizantes que se han utilizado en forma tradicional y muy moderada.

#### **1. Clasificación de los fertilizantes químicos**

No existe una verdadera clasificación de los fertilizantes inorgánicos o químicos, pero, con fines de estudio se realiza la siguiente agrupación: Por su presentación, por su composición y por su concentración.

##### **a. Por su presentación**

Los fertilizantes se agrupan en: sólidos, líquidos y gaseosos. A su vez, los sólidos se los puede encontrar en forma de polvo, granular y cristales. Mientras que los líquidos pueden venir en soluciones y suspensiones o concentrados.

##### **b. Por su composición**

##### **1) Los fertilizantes simples**

son aquellos que aportan un solo nutrimento para el proceso vegetativo y así tenemos los nitrogenados como es el caso de la urea, nitrato de amonio; los fosforados como el superfosfato



triple; los potásicos como el cloruro y sulfato de potasio; los cálcicos, magnésico, sulfatados, etc., es decir, está en función del nutrimento que sobre sale en su formulación. (Arcos, 2013)

## 2) Los fertilizantes compuestos

Son aquellos que resultan de la mezcla física entre los fertilizantes simples. Se debe considerar una particularidad que consiste en una gama o diversidad de colores. Estos pueden ser: binarios, si en su formulación se hacen presentes dos nutrimentos, ejemplo la mezcla entre urea + muriato de potasio. Ternarios si tiene 3 nutrimentos, cuaternarios o quinquenarios, etc. (Salgado, 2006)

## 3) Los fertilizantes complejos

Son aquellos que resultan de la mezcla química, hecho en la industria o fabrica. La particularidad de estos fertilizantes es que presentan un solo color típico del formulado. También pueden ser binarios, terciarios, cuaternarios o quinquenarios ejemplo Nitrato de potasio (binario por que aporta N y K; fosfato monoamónico aporta N y P), Hidrocomplex (quinquenario por que aporta 5 elementos como N, P, K, Ca y Mg) etc. (Arcos, 2013)

c. Por su concentración riqueza o grado los fertilizantes se agrupan en:

Nitrogenados, fosforados, potásicos, cálcicos, etc. Se fundamenta en la cantidad presente del nutrimento (s) y su aportación; así, por ejemplo: Nitrato de amonio 34 % N, Urea 46 % de N, fosfato monopotásico 52 % de  $P_2O_5$  y 34 % de  $K_2O$ , muriato de potasio 62 % de  $K_2O$ , el nitrato de calcio 15 % N y 20 % de Ca, el ácido fosfórico 85 % de P, Nitrato de calcio amónico 34 % N y 28 % de CaO, etc. (Arcos, 2013) y (Salgado, 2006)

## **2. Aplicación de los fertilizantes**

El método de aplicación de los fertilizantes (abono orgánico o fertilizantes minerales) es un componente esencial de las buenas prácticas agrícolas. La cantidad y la regulación de la absorción dependen de varios factores, tales como la variedad del cultivo, la fecha de siembra, la rotación de cultivos, las condiciones del suelo y del tiempo.

En los casos de aplicación de urea y de fosfato diamónico, las pérdidas pueden darse a través de la emisión de amoníaco en el aire. Ambos fertilizantes deben ser incorporados en el suelo inmediatamente después de la aplicación, si no hay una lluvia inmediata o riego para incorporarlos en el suelo.

Todos los nutrientes primarios y secundarios deberían ser incorporados inmediatamente después de la aplicación en las regiones en las que se esperan lluvias abundantes, para evitar pérdidas debidas al escurrimiento y a la erosión.

Cuando el fertilizante es aplicado a mano, debería tenerse un cuidado extremo para distribuir los nutrientes uniformemente y en las dosis exactas. (Arcos, 2013)

Las pérdidas de N son mayores cuando la urea se aplica al voleo, especialmente sobre residuos orgánicos, comparado con las soluciones UAN (agua más urea y nitrato de amonio) y nitrato de amonio. La eficiencia de recuperación es mayor cuando la urea se aplica en bandas a 10 cm de profundidad. La inyección de soluciones o gas al suelo también aumenta la recuperación del N por la planta. (Bordoli, 2010)

Debido a que el P y K son nutrimentos inmóviles en el suelo, su eficiencia aumenta si se colocan cerca de las raíces para que estas los intercepten y para reducir su fijación. La aplicación de P y especialmente K en banda o en hilera ha incrementado más el rendimiento. En suelos sujetos a compactación se ha observado que la disponibilidad de K es reducida, probablemente debido a menor aireación en la zona radicular. (Bordoli, 2010)

## **3. Fertilización edáfica**

Los fertilizantes son aplicados directamente en el suelo, en donde se someten a diversas transformaciones, como resultado de lo cual cambia la solubilidad de las sustancias nutritivas

contenidas en los fertilizantes, su capacidad de traslado en el suelo y la asimilación para las plantas. (Arcos, 2013) y (Salgado, 2006)

Fertilización edáfica es el acto de agregar al suelo materiales externos para aumentar el contenido de nutrientes. Debido a que las plantas extraen minerales del suelo para su nutrición, el suelo se va agotando y necesita reponer los minerales que son extraídos. (Benson agriculture and food institute, 2004).

#### a. Formas de aplicación de fertilizantes al suelo

Bordoli, (2010), señala las siguientes especificaciones:

##### 1) Forma de aplicación propiamente dicha:

- Localizadas: se aplica el fertilizante a una zona limitada del suelo que será interceptada por las raíces.
- No localizadas (al voleo): aplicación del fertilizante a toda el área que va a ocupar el cultivo.

##### 2) Momento de aplicación:

- Antes de la siembra
- A la siembra
- Posterior a la siembra

#### b. Caracterización de los fertilizantes edáficos a utilizar

##### 1) Urea

Según el Vademécum agrícola, (2006), citado por Vera, (2016), mencionan que la urea es la fuente nitrogenada más común, de aspecto granulado, soluble en agua con una excelente movilidad en suelo mojado, posee una concentración de 46% de nitrógeno. Tiene una acción

retardada y a la vez progresiva por lo que libera su nitrógeno lentamente para restringir las pérdidas por traslado a si como adaptarse a la capacidad de absorción de la planta.

## 2) Fosfato di amónico.

Contiene 18-46-0 que representa un 18 % de Nitrógeno y un 46 % de fósforo, aproximadamente todo es clasificado como disponible. Es un fertilizante neutro que no contiene efecto apreciable sobre el pH del suelo y es una excelente fuente de fertilizante fosforado. Se lo fabrica en forma granular y se lo usa en mezclas físicas y en aplicaciones directas al suelo. (Fiallos & Suquilanda, 2001)

El Fosfato Diamónico (DAP) es considerado un fertilizante como fuente de Fósforo, sin embargo, la presencia de Nitrógeno en esta fórmula compleja, tiene un efecto sinergizante, ya que favorece al aprovechamiento de este macro elemento (P). Este efecto es debido a que el Amonio ( $\text{NH}_4$ ) influye significativamente sobre la disponibilidad y absorción del Fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ). El Amonio en altas concentraciones reduce las reacciones de fijación del fósforo haciéndolo disponible para la planta. (Fiallos & Suquilanda, 2001)

Según el Vademécum agrícola, (2006), citada por Vera, (2016), menciona que, por su alto aporte de nutrientes primarios, el Fosfato Diamónico (DAP) es un fertilizante complejo ideal para ser aplicado solo o en mezclas. Dado su alto aporte de Fósforo (46%) y Nitrógeno (18%) es un componente imprescindible para la elaboración de fórmulas balanceadas de fertilización (mezclas físicas).

## 3) 10-30-10

Fertilizante complejo granular con una alta proporción de fósforo y contenidos complementarios de nitrógeno y potasio. Tiene un grado de uso tradicional en muchos cultivos anuales y de ciclo corto, así como en las fases iniciales de crecimiento en las especies perennes.

Los altos contenidos de fósforo estimulan el crecimiento de raíces, por lo que normalmente se recomienda aplicarlo en etapas tempranas durante el ciclo de producción. Los aportes de nitrógeno y potasio complementan la acción del fósforo, haciéndolo ideal para cultivos de papa,

hortalizas, tomate y para el aporte de elementos mayores con énfasis en fósforo en la etapa de trasplante o renovación de varios tipos de frutales. (Yara, 2017)

Presenta una composición de Nitrógeno total: 10.0% el cual está compuesto de Nitrógeno amoniacal: 8.2%, Nitrógeno nítrico: 1.8%; el 10-30-10 también presenta fosforo asimilable: 30.0%, potasio soluble al agua: 10.0%

#### 4) Muriato de potasio

Según Vademécum agrícola, (2006), citado por Vera, (2016), menciona que Fertilizante granulado a base de Potasio ( $K_2O$ ) (0-0-60), recomendado para corregir deficiencias o desbalances de este elemento en el suelo y/o reponer extracciones del mismo por parte de los cultivos, fundamental para obtener un buen peso y llenado en frutos u órganos cosechables de los vegetales.

El Potasio interviene en la apertura y cierre de las estomas en la planta, permitiendo un equilibrio hídrico en el interior regulando de manera eficiente procesos fisiológicos como la transpiración, además el cultivo se torna menos vulnerable al ataque de enfermedades. El Muriato de Potasio (MOP) por su alta concentración de Potasio (60%) es la fuente de aporte de Potasio ( $K_2O$ ) más económica para la mayoría de los cultivos, excepto en los cultivos en donde el follaje (hojas) son de gran valor y no es recomendable la aplicación de Cloro.

### 4. Fertilización foliar

#### a. Generalidades

La fertilización foliar, es una técnica de fertilización instantánea que nutre los cultivos mediante la pulverización con soluciones aplicadas directamente sobre las hojas. (Arcos, 2013)

Cuando la planta se encuentra bajo condiciones de estrés o en suelos con baja disponibilidad de nutrientes, los tejidos de su parte aérea experimentan deficiencias nutricionales que la planta por sí sola no puede mitigar. Para resolver dichas carencias, se emplea la fertilización foliar, técnica que consiste en aplicar disoluciones de nutrientes directamente sobre el tejido foliar, lo

cual permite corregir rápidamente las deficiencias nutricionales y ayuda a la planta a recuperar su homeostasis metabólica. (Weinbaum., Brown., & Johnson, 2002)

La fertilización foliar no compite con la aplicación tradicional de fertilizantes al suelo, sino que la complementa, lo cual ayuda a que los cultivos alcancen altos niveles de producción. (Trinidad & Aguilar, 2000)

Meléndez & Molina, (2002), menciona que la fertilización foliar por lo general se realiza para corregir deficiencias de elementos menores. En el caso de macronutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y el potasio, se reconoce que la fertilización foliar solo puede complementar, pero en ningún momento sustituir la fertilización al suelo. Esto se debe a que las dosis a aplicar vía foliar son muy pequeñas en comparación con las dosis aplicadas al suelo para obtener buenos rendimientos.

Barone, (2000), citado por Carpio, (2001), menciona que el momento de su respectiva aplicación se deben dar las siguientes condiciones: no haber rocío, no encontrarse con altas temperaturas. (La planta posee estomas cerrados con lo cual no puede absorber el producto), la planta no debe pasar por estado de estrés, necesita de 24 horas para su completa aplicación. (Por lo tanto, una lluvia en ese período podría llegar a ser perjudicial).

Valverde et al., 1998, citado por Gavilanes, (2015), menciona que para la aplicación de los abonos foliares hay que tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Aplicar la dosis recomendada por el fabricante.
- Utilizar agua limpia para la preparación de la mezcla.
- Mojar completamente las hojas por medio de pulverización fina.
- No aplicar cuando llueve para evitar el lavado del producto.
- Aplicar cuando la planta tenga bastantes hojas.
- Evitar aplicar cuando hay sol fuerte.
- Factores relacionados con la formulación Foliar

#### b. absorción mineral de nutrientes por las hojas

Melgar, (2005) y Arcos, (2013), mencionan que la absorción mineral de nutrientes por las hojas es el proceso que ocurre desde que el fertilizante con el nutriente se aplica sobre la superficie de las hojas, como penetra dentro de ellas y como se distribuye al resto de la planta.

1) Mojado de superficie foliar con solución fertilizante.

La pared exterior de las células de la hoja está cubierta por la cutícula y una capa de cera con una fuerte característica hidrófoba (repelen el agua). De allí el uso de humectantes que reducen la tensión superficial para facilitar la absorción de nutrientes.

2) Penetración a través de la pared externa de las células epidermales.

Las paredes exteriores de las células de la epidermis están cubiertas por la cutícula y una capa de cera para proteger a las hojas de la pérdida de agua por transpiración. Esta protección se debe a las propiedades hidrófobas de las ceras y cutinas. Para que los nutrientes puedan infiltrarse a través de la pared exterior de la célula, uno de los conceptos generalmente aceptado es la infiltración mediante poros a través de la cutícula.

La absorción directamente por los estomas de la hoja no es muy probable, ya que las células de guarda también están cubiertas por una capa de cutina similar a las del resto de la hoja. Esta evidencia se basa en que no hay diferencias de absorción entre pulverizaciones de día (cuando los estomas están abiertos) y de noche (cerrados).

3) Entrada de los nutrientes en la pared celular (apoplasto).

La pared celular de las constituye el apoplasto y es un espacio importante para la absorción y transporte de nutrientes. Los nutrientes entran en el espacio luego de penetrar la capa exterior de la epidermis. Para su entrada posterior en el simplasto, las condiciones químicas en el apoplasto (tales como el pH) son de importancia decisiva y podrían ser manipuladas por aditivos adecuados en los fertilizantes foliares.

El apoplasto de la hoja es un importante espacio ocupado por los nutrientes antes de la absorción a través de una membrana plasmática al simplasto de una célula individual.

Los nutrientes entran en el espacio apoplástico después de la penetración de las paredes de las células epidermales exteriores, pero también llegan desde las raíces vía xilema.

#### 4) Absorción de nutrientes dentro de la célula (simplasto).

Los principios fisiológicos de la absorción de nutrientes minerales desde el apoplasto hacia el interior de las células que constituye el simplasto son similares a los que participan en la absorción por las raíces.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre con la absorción radicular, la absorción por las hojas es más dependiente de factores externos como humedad relativa y la temperatura ambiente. La luz la afecta directamente, ya que en su transporte intervienen enzimas y energía disponible en la hoja, que es obviamente afectada por la luz en los procesos de fotosíntesis y respiración.

#### 5) Distribución del nutriente dentro de las hojas y su translocación hacia otros órganos.

El movimiento y translocación fuera de las hojas después de la fertilización foliar dependen del movimiento del nutriente en el floema y xilema. Los nutrientes móviles en el floema, tales como el K, P, N y Mg se distribuyen dentro de la hoja de manera acropetala (xilema) y basipetala (floema), y un alto porcentaje del nutriente absorbido puede transportarse fuera de la hoja hacia otras partes de la planta que tengan una alta demanda. Al contrario, ocurre con nutrientes de movimiento limitado en el floema, tales como el Cu, Fe y Mn, que se distribuyen principalmente en forma acropetala dentro de la hoja sin una translocación considerable fuera de la hoja. En el caso del Boro, la movilidad dentro de la planta depende mucho del genotipo de la planta. De ahí que este factor tenga importantes consecuencias en la eficiencia hacia de la fertilización foliar con este nutriente.

#### c. Factores que influyen en la fertilización foliar

Según Kovacs, (1986), citado por Trinidad, & Aguilar, (2000), menciona que para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar.



### 1) Factores de la planta.

- Edad de la planta y hoja.

Según Swietlik & Faust, (1984), citado por Trinidad, & Aguilar, (2000), menciona que la aplicación foliar de nutrimentos también está afectada por el estado de desarrollo de la planta. Se indica, aunque existen pocos datos, que las plantas y hojas jóvenes son las que tienen mayor capacidad de absorción de nutrimentos vía aspersión foliar y desde luego deben de tener un déficit de esos nutrimentos en su desarrollo. Entre especies también hay diferencias, y posiblemente esta diferencia esté fundamentalmente influenciada por el grado de cutinización y/o lignificación de las hojas. A mayor cutinización, lignificación y presencia de ceras en la hoja, habrá menor facilidad de absorción del nutrimento.

### 2) Factores del ambiente.

Según Swietlik & Faust, (1984), citado por Trinidad & Aguilar, (2000), menciona que los factores ambientales son:

- Temperatura.

La temperatura influye en la absorción de nutrimentos vía aspersión foliar, de esta manera la temperatura adecuada de aplicación es de 18-25 °C.

- Luz, humedad relativa y hora de aplicación.

Estos tres factores deben de tomarse en cuenta en la práctica de fertilización foliar. La luz es un factor importante en la fotosíntesis y para que una planta pueda incorporar nutrimentos en los metabolitos se requiere de un proceso fotosintéticamente activo en la planta. La humedad relativa influye en la velocidad de evaporación del agua que se aplica. Por consiguiente, una alta humedad relativa del medio favorece la penetración de los nutrimentos al mantener húmeda la hoja, de esta manera la humedad relativa adecuada es de 70%, Este último factor está

relacionado con la hora de aplicación, la cual debe de practicarse o muy temprano o en las tardes, según las condiciones de la región, lo recomendable es menor a las 9h00 o mayor a las 17h00.

### 3) Factores de la formulación foliar.

Santos, (2000) y Arcos, (2013), mencionan que los factores relacionados con la formulación foliar son los siguientes:

- pH de la solución.

La característica de la solución por asperjar es de primordial importancia en una práctica de fertilización foliar. El pH de la solución y el ion acompañante del nutrimento por aplicar influyen en la absorción de éste en la hoja.

- Surfactantes y adherentes.

La adición de surfactantes y adherentes a la solución favorece el aprovechamiento del fertilizante foliar. El mecanismo de acción de un surfactante consiste en reducir la tensión superficial de las moléculas de agua, permitiendo una mayor superficie de contacto con la hoja; un adherente permite una mejor distribución del nutrimento en la superficie de la hoja evitando concentraciones de este elemento en puntos aislados cuando la gota de agua se evapora.

- Presencia de sustancias activadoras.

Actualmente se están haciendo estudios sobre el uso de sustancias activadoras en la absorción de nutrimentos por aspersión foliar. Los ácidos húmicos actúan como activadores y la urea también desempeña la misma función en la absorción de fósforo.

- Nutrimiento y el ion acompañante en la aspersión.

La absorción de nutrientes está relacionada con la capacidad de intercambio catiónico en la hoja, y la valencia del ion influye en este intercambio. Los iones  $K^+$  y  $NH_4^+$  requieren sólo de un  $H^+$  en el intercambio, mientras que el  $Ca^{2+}$  y el  $Mg^{2+}$  requieren de dos  $H^+$ ; por lo tanto, los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que los iones con mayor número de valencias. Los iones más pequeños en su diámetro penetran más rápidamente que los iones de mayor tamaño.

- Concentración de la solución.

La concentración de la sal portadora de un nutriente en la solución foliar, varía de acuerdo con la especie de la planta. En general, los cereales soportan mayores concentraciones que algunas otras especies como el frijol, pepino, tomate y otras hojas menos cutinizadas, pero posiblemente sean las más eficientes en absorción foliar.

**Tabla 1.** Tolerancia de concentración de nutrientes en aplicaciones foliares.

Nutriente	Fertilizante	Kg/400 L agua (*)
Nitrógeno	Urea	3 a 5
	$NH_4NO_3$ , $(NH_4)_2HPO_4$ , $(NH_4)_2SO_4$	2 a 3
	$NH_4Cl$ , $NH_4H_2PO_4$	2 a 3
Fósforo	$H_3PO_4$ , otros (ver N)	1,5 a 2,5
Potasio	$KNO_3$ , $K_2SO_4$ , $KCl$	3 a 5
Calcio	$CaCl_2$ , $Ca(NO_3)_2$	3 a 6
Magnesio	$MgSO_4$ , $Mg(NO_3)_2$	3 a 12
Hierro	$FeSO_4$	2 a 12
Manganeso	$MnSO_4$	2 a 3
Zinc	$ZnSO_4$	1,5 a 2,5
Boro	Sodio borato	0,25 a 1
Molibdeno	Sodio molibdeno	0,1 a 0,15

(\*) 400 L, cantidad suficiente para 1 ha de cultivo. **Fuente:** de Fageria, et al. 1997, citado por Meléndez, & Molina, 2002

d. Momento de aplicación

La aspersión debe realizarse con las plantas completamente turgentes. Por esta razón, es aconsejable asperjar por la tarde (próximo a la caída del sol) o temprano en la mañana. Debe evitarse asperjar en las horas más calurosas y cuando la planta puede verse expuesta a condiciones de estrés. (Rottenberg, & Gallardo, 2010)

e. Velocidad de absorción

La velocidad de absorción de los nutrientes por la vía foliar es muy variable ya que depende de varios factores, siendo los principales:

- a) El nutriente o nutrientes involucrados
- b) La especie cultivada
- c) El ión acompañante
- d) Las condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa, incidencia de lluvia, etc.
- e) Condiciones tecnológicas de la aspersión

Valverde; Córdova, & Parra, (2002), mencionan que fisiológicamente todos los nutrientes pueden ser absorbidos vía foliar con mayor o menor velocidad, en diferentes oportunidades. Esto es de tal modo así, que teóricamente la nutrición completa de la planta podría ser satisfecha vía foliar. Esto en la práctica no es posible, por el alto costo del elevado número de aplicaciones que sería necesario realizar para satisfacer el total de requerimientos.

**Tabla 2.** Tiempo de absorción de nutrientes en los tejidos.

<b>Nutriente</b>	<b>Tiempo para que se absorba el 50%</b>
Nitrógeno con urea	½ - 2 horas
Fosforo	5 – 10 días
Potasio	10 – 24 horas
Calcio	1 – 2 días
Magnesio	2 – 5 horas
Zinc	1 – 2 día
Manganeso	1 - 2 días

**Fuente:** Bertsch, 1995, citado por Meléndez & Molina, 2002

#### f. Quelatos

Es un compuesto donde un nutriente metálico es ligado a un agente quelante orgánico que tiene la propiedad de estar disponible para la planta bajo condiciones adversas (por ejemplo, el pH, presencia de fósforo, aceites, etc.), en las cuales los nutrientes metálicos normalmente formarían compuestos insolubles. (Arcos, 2013)

##### 1) Función de los quelatos en la fertilización foliar

Según Domínguez, (1997), citado por Gavilanes, (2015) manifiesta que las funciones de los quelatos son:

- La primera es la protección del nutriente, manteniendo al mismo en una situación de solubilidad, disponibilidad para la planta y facilitando la absorción.
- El quelato permite un aprovechamiento del nutriente con una eficiencia hasta 10 veces superior en comparación con sales inorgánicas. Esto resulta que formulaciones con bajas concentraciones sean eficientes cuando se encuentran adecuadamente quelatizadas.
- La modificación del pH de la solución es una característica diferencial de los quelatos.

- Es una característica deseable que un quelato sea también un agente dispersante de la solución.

## 2) Quelatos químicos totales

El metal está 100% quelatado y protegido contra reacciones adversas. Entre ellos están quelatos en EDTA, DTPA y HEDIA. Son los quelatos más eficientes y estables. (Arcos, 2013)

Los agentes quelatantes más fuertes, tales como el EDTA, son usados también en aplicaciones el suelo, ya que su alta estabilidad impide que el catión metálico se pierda fácilmente. El EDTA es uno de los agentes quelatantes de mayor uso en la industria de fertilizantes foliares micronutrientes, (Meléndez & Molina, 2002)

### g. Categorías de fertilización foliar

De acuerdo con Segura, (2002), los propósitos que se persigue, la fertilización foliar se puede dividir en seis categorías las cuales se detallan a continuación:

#### 1) Fertilización correctiva

Es aquella en la cual se suministran elementos para superar deficiencias evidentes, generalmente se realiza en un momento determinado de la fenología de las plantas y su efecto es de corta duración cuando las causas de la deficiencia no son corregidas.

#### 2) Fertilización preventiva

Se realiza cuando se conoce que un determinado nutriente es deficiente en el suelo y que a través de esta forma de aplicación no se resuelve el problema; un ejemplo de esto es la aplicación de Zn y B en café.

### 3) Fertilización sustitutiva

Se pretende suplir las exigencias del cultivo exclusivamente por vía foliar, un buen ejemplo es el manejo del cultivo de la piña. En la mayoría de los casos es poco factible suplir a las plantas con todos sus requerimientos nutritivos utilizando exclusivamente la vía foliar, debido a la imposibilidad de aplicar dosis altas de macronutrientes.

### 4) Fertilización complementaria

Consiste en aplicar una fracción del abono al suelo y otra al follaje, generalmente se utiliza para suplir micronutrientes y es uno de los métodos más utilizados en una gran cantidad de cultivos.

### 5) Fertilización complementaria en estado reproductivo

Puede realizarse en aquellos cultivos anuales en los cuales, durante la floración y llenado de las semillas, la fuerza metabólica ocasionada por ellos, reduce la actividad radicular lo suficiente como para limitar la absorción de iones requeridos por la planta.

### 6) Fertilización estimulante

Consiste en la aplicación de formulaciones con N, P y K, en las cuales los elementos son incluidos en bajas dosis, pero en proporciones fisiológicamente equilibradas, las cuales inducen un efecto estimulatorio sobre la absorción radicular. Este tipo de abonamiento es recomendado en plantaciones de alta productividad, de buena nutrición y generalmente se realiza en períodos de gran demanda nutricional, o en períodos de tensiones hídricas.

#### h. Ventajas de la fertilización foliar

Según Fregoni, (1986), citado por Gavilanes, (2015), las ventajas de practicar fertilización foliar son:

- 1) Corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas.
- 2) Favorece el desarrollo de los cultivos y mejora la calidad del rendimiento.
- 3) Es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se puede abastecer mediante la fertilización común al suelo.

i. Características del fertilizante foliar Agronutri engrose K plus

Fertilizante potásico en forma de quelato altamente asimilable por vía radicular y/o foliar, debido a los componentes de la formulación, así como a la calidad de los coadyuvantes.

Contiene una alta concentración de potasio el cual interviene en la formación de carbohidratos, activa la producción de enzimas, influye en la síntesis de proteínas, ayuda a regular la transpiración e incrementa la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades.

**Tabla 3.** Características del fertilizante foliar Agro-nutri engrose.

Riquezas	Unidades	Cantidad
Potasio K <sub>2</sub> O Quelatado con EDTA	g.L <sup>-1</sup>	280
Materia Orgánica Total	g.L <sup>-1</sup>	112
Extracto Húmico Total	g.L <sup>-1</sup>	84
Densidad	g.cm <sup>-3</sup>	1,4
pH	-	5.0

Fuente: AMC CHEMICAL, 2016

### 3. Fertilización en el cultivo de cebolla

Para Suquilanda, (1995), citado por Núñez, (2015), menciona que fertilizar es aportar con minerales o materia orgánica al suelo con el fin de mejorar la capacidad nutritiva; de esta forma, se retribuye al suelo los nutrientes extraídos por los cultivos, para facilitar una perenne renovación del proceso productivo y evitar el empobrecimiento y esterilidad del suelo.

Según Samuels, (1981), citado por Vera, (2016), menciona que el cultivo de cebolla responde bien a la fertilización química, esta planta tiene diversas exigencias en las distintas fases de su desarrollo, pero la fase de formación de las hojas es el periodo crítico en requerimientos,



especialmente de nitrógeno. La deficiencia de este elemento produce plantas de color verde amarillento, reducidas en tamaño, torcidas o enrolladas y a veces el cuello no se seca ni se dobla en la madurez, permaneciendo las planas erectas.

### 1) Funciones de los elementos en la planta.

#### a. Nitrógeno.

La concentración de nitrógeno en bulbos cosechados, en base al peso seco es similar en variedades de cebollas rojas, amarillas y blancas. Del total absorbido por el cultivo, el bulbo extrae entre 70% y 90%. (Horneck, 2004)

La carencia de nitrógeno se observa por poco desarrollo de los órganos vegetativos, color amarillento en las hojas más viejas, maduración precoz de los bulbos y tamaño reducido de estos. Aparte de influir sobre la producción de bulbos, además el nitrógeno actúa en el calibre, calidad, maduración, periodo de almacenaje y resistencia a enfermedades. El déficit de N reduce considerablemente la producción, tamaño del bulbo y la producción comercializable. Además de retrasar la maduración y disminuye el período de almacenamiento. (Sullivan, 2001)

La absorción de nitrógeno es muy elevada, aunque no deben sobrepasarse los 25 Kg.ha<sup>-1</sup>, e influye sobre el tamaño del bulbo. Por regla general, basta con un suministro días antes del engrosamiento del bulbo y después del trasplante, si fuese necesario. El abono nitrogenado mineral favorece la conservación, ocurriendo lo contrario con el nitrógeno orgánico. El exceso de nitrógeno da lugar a bulbos más acuosos y con mala conservación. (Infoagro, 2002)

AGRIPAC, (2001), señala que, para el normal desarrollo del cultivo de cebolla, es indispensable una adecuada disponibilidad de nitrógeno. Al contrario, un exceso del mismo causa un crecimiento exuberante con el consiguiente retardo de la cosecha y disminución del contenido de sólidos solubles.

#### b. Fósforo.

Sullivan et al. (2001), Horneck (2004), Medina (2008) y Black et al. (2012), citados por Pacheco, (2013), menciona que el P sirve como vehículo para el transporte de energía a los diferentes procesos del metabolismo e incide en el desarrollo del sistema radicular. Las hojas

nuevas se tornan color verde oscuras. La carencia de fósforo disminuye y retrasa el desarrollo del cultivo.

Las cebollas normalmente son más afectadas por disminuciones en la disponibilidad del fósforo en etapas tempranas del crecimiento, lo que en conjunto provoca baja maduración y crecimiento de los bulbos.

Horneck, (2004), comenta que debido a que el fósforo es esencial para el rápido desarrollo radicular, la deficiencia de este nutriente reduce el tamaño del bulbo y retrasa la maduración.

La absorción total de fósforo para un rendimiento de bulbos de 94 t.ha<sup>-1</sup> está entre 22 y 28 Kg de P.ha<sup>-1</sup> (50 a 62 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup>) al momento de la siembra, las recomendaciones específicas se basan en el contenido de fósforo según el análisis de suelos, la cantidad de carbonato de calcio presente y la historia de fumigación del suelo.

Las necesidades de fósforo son absorbidas durante los estados iniciales del crecimiento de las cebollas. Esto significa que las posteriores demandas podrían ser menores, o por decir lo menos, alguna eventual deficiencia de este elemento fosfatado a nivel del suelo, sería menos problemática en un cultivo que provenga de almácigos bien nutridos, en comparación a otro que haya sido deficientemente o sub-fertilizado. (Aljaro, 2009)

### c. Potasio.

Sullivan et al. (2001), Horneck (2004), Medina (2008) y Black et al. (2012), citados por Pacheco, (2013), menciona que el potasio participa en la síntesis de las proteínas. Importante en el transporte de los hidratos de carbono, favoreciendo la maduración y la resistencia a las enfermedades. Junto con el nitrógeno, son los macronutrientes más consumidos por la cebolla. La carencia, provoca la muerte de las hojas más viejas seguidas por el secamiento y muerte de las puntas, afectando el desarrollo de los bulbos. Eventualmente las hojas pierden turgencia y estas toman una apariencia progresiva satinada papelosa, similar a una deficiencia de N. El exceso determina una deficiencia del magnesio, nitrógeno y calcio por la acción antagonista del potasio. El potasio influye en favorecer la sanidad de la cebolla.

Horneck, (2004), manifiesta que la cebolla remueve a la cosecha cantidades de potasio casi iguales a las de N, la remoción de potasio está en el rango de 145 a 210 Kg de K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, aun cuando la deficiencia de potasio no es común en algunas áreas, se necesita la fertilización

regular con potasio en muchos suelos arenosos con una baja capacidad de intercambio catiónico.

El potasio es un importante factor en la relación planta-agua, en la formación de la pared celular y en las reacciones de energía en la planta, cuando es necesario, el potasio se puede aplicar antes de la siembra o luego que las plantas de cebolla pasen la etapa final para evita los problemas asociados con excesivas sales solubles, ya que las cebollas son muy sensibles al estrés de agua durante la etapa de plántula y durante el crecimiento del bulbo. (Horneck, 2004)

## B. CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* var. burguesa)

### 1. Generalidades.

La cebolla pertenece a la familia de las Liliáceas planta bianual que forma bulbo el primer año y florece durante el segundo. Su ciclo de cultivo oscila entre 100 – 200 días, dependiendo de las variedades. Todas las partes de la cebolla poseen un olor que la caracteriza. Este olor es debido a la acumulación de sustancias de naturaleza azufrada.

El origen primario de la cebolla se localiza en Asia central, y como centro secundario el Mediterráneo, pues se trata de una de las hortalizas de consumo más antigua. Las primeras referencias se remontan hacia 3.200 a.c, pues fue muy cultivada por los egipcios, griegos y romanos. (Infoagro, 2002)

### 2. Clasificación taxonómica.

Chicaiza & Suquilanda, (2001), manifiestan que la cebolla se describe taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino: Vegetal

División: Angiospermas

Orden: Liliflorae

Familia: Liliaceae

Género: *Allium*

Especie: Ceba

Nombre científico: *Allium cepa* L.

### 3. Descripción morfológica.

#### a. Raíz

El sistema radicular de la cebolla colorada, profuso y superficial, está constituido por un gran número de raíces fasciculadas de color blanco. (Suquilanda, 2003)

#### b. Bulbo

Formado por numerosas capas gruesas y carnosas al interior, que realizan las funciones de reserva de sustancias nutritivas necesarias para la alimentación de los brotes y están recubiertas de membranas secas, delgadas y transparentes, que son base de las hojas. La sección longitudinal muestra un eje caulinar llamado corma, siendo cónico y provisto en la base de raíces fasciculadas. (Infoagro, 2002)

#### c. Tallo

El tallo es hueco y presenta en la parte inferior un inflamamiento fusiforme. En el extremo del tallo se disponen las flores pequeñas y verdosas, agrupadas en umbela. (Suquilanda, 2003)

#### d. Raíz

Vallejo; Estrada, (2004), mencionan que es un disco comprimido en la parte inferior del bulbo, de donde salen las raíces fasciculadas, poco ramificadas que pueden explorar un volumen de suelo equivalente a 25cm de diámetro y 30 cm de profundidad, pero normalmente a los 20 cm superiores del suelo se encuentra la mayor concentración de raíces.

#### e. Hojas

Casseres, (2001), menciona que son de forma cilíndrica, huecas y mostrando fibras longitudinales; las cuales se prepuberan al término en la parte inferior formando un bulbo que es el resultado de la acumulación de elementos alimenticios. Las hojas van en número de cuatro a siete con un largo de 45 – 70 centímetros.

Infoagro, (2002), manifiesta que las hojas constan de dos partes: la vaina y el limbo. Las vainas son suculentas y rodean a las hojas jóvenes encerrándolas. La lámina de la hoja es verde, puntiaguda y hueca, además indica que las Hojas son envainadoras, alargadas, fistulosas y puntiagudas en su parte libre.

#### f. Flores

Las flores ornamentales, están colocadas al final del escapo largo, hueco, a modo de umbela. Cada flor consta de un cáliz de tres sépalos, seis estambres y pistilo. (Suquilanda, 2003)

#### g. Fruto

El fruto consiste en una cápsula con tres caras que se abre espontáneamente en la madurez, de ángulos redondeados, que contienen las semillas, las cuales son de color negro, angulosas, con cierto aplastamiento y de superficie rugosa. (Gispert, 2003)

#### h. Semilla

Suquilanda, (2003), menciona que la semilla es de color negro, angulosa y rugosa. Un grano contiene 250 – 300 semillas y la densidad de esta es de  $0.5 \text{ g.cm}^{-3}$ .

### **4. Fenología del cultivo.**

Según Rendon, et al., (1996), citado por Núñez, (2015) menciona que se pueden describir las siguientes fases fonológicas:

a. Emergencia

Ocurre cuando la raíz primaria crece hacia abajo y el cotiledón se prolonga sobre el nivel del suelo, pudiendo ocurrir de 11 a 18 días después de la siembra.

b. Primera hoja verdadera.

Esta hoja crece dentro del cotiledón y brota. Simultáneamente, se presenta el crecimiento de las raíces adventicias en la base del tallo, su aparición puede ser de 33 a 47 días después de la siembra.

c. Plántula

Esta fenofase se caracteriza por la formación de nuevas hojas y raíces adventicias y la diferenciación del pseudotallo, esto puede presentarse de 47 a 61 días después de la siembra.

d. Iniciación de la formación del bulbo.

En las plantas de cebolla algunas hojas modifican sus vainas envoltoras para recibir fotosintetizados, en lo cual aumenta el diámetro del pseudotallo. En esta fenofase comienza la translocación intensa de carbono asimilado, el cual se utiliza para el almacenamiento y crecimiento del bulbo, pues este empieza a ser el principal sitio de recepción y utilización de los compuestos asimilados. La diferenciación del bulbo se presenta de 75 a 82 días después de la siembra.

e. Máximo desarrollo vegetativo.

Esta fenofase comprende desde la iniciación hasta la terminación del llenado del bulbo, durante esta fase fenológica las plantas logran la mayor expresión de los parámetros: área foliar y peso seco de las hojas. Ocurre entre los 117 y los 131 días después de la siembra.

f. Terminación del llenado del bulbo.

En esta fenofase las hojas de la planta entran en senescencia, entre 145 y 153 días después de la siembra dependiendo del genotipo.

## 5. **Características del cultivar burguesa**

ALASKA, (2014), menciona las características de la cebolla variedad burguesa:

Cebolla híbrida de día corto que produce bulbos con pungencia media, de forma semiachatado, su característica principal es el centro único. Tiene tolerancia a raíz rosada y Fusarium. Apta para climas fríos como cálidos. Ideal para la exportación por su capacidad de almacenaje.

a. Tipo

Híbrido cebolla roja para días cortos, muy precoz.

b. Período vegetativo

Siembra – Trasplante 40 – 45 días

Trasplante – Cosecha 95 – 105 días.

c. Bulbos

Color: rojo

Forma: globo achatada

Tamaño: 75 – 95mm diámetro

Pungencia: media.

**6. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.**

a. Clima

Es una planta de climas templados, aunque en las primeras fases de cultivo tolera temperaturas bajo cero, para la formación y maduración del bulbo, pero requiere temperaturas más altas y días largos. (Infoagro, 2002)

1) Temperatura

Leñano, (2001), indica que la temperatura óptima de crecimiento es de 12 a 23 °C; mientras que Cásseres, (2001), dice que la cebolla prospera bien en multitud de climas diferentes, aunque prefieren climas templados o cálidos.

La Federación Nacional de cafeteros de Colombia, (2000), manifiesta que las condiciones ideales para la cebolla en temperaturas frescas durante la etapa final del cultivo (11 – 22 °C), y temperaturas cálidas durante la madurez (13 - 30 °C) por lo tanto, las temperaturas fluctúan entre los 12 y 22 °C.

2) Fotoperiodo

La cebolla por su origen, es una planta fotoperiódica que requiere para la formación del bulbo de 12 a 16 horas luz, la baja intensidad luminosa demora la formación del bulbo, se reduce el crecimiento y si llega a formarse es de menor peso, para lograr un proceso estable de inducción



del bulbo se necesita 20 días continuos con las horas de luz necesarias para un determinado cultivar, siendo fotosensible la cebolla a partir de los 45 a 50 días de la siembra. (Giacconi & Escaff, 2004)

### 3) Humedad

Fiallos & Suquilanda, (2001), afirman que los climas húmedos son poco recomendables y se observa que en los veranos lluviosos los bulbos son algo más dulces, pero de peor conservación, la cebolla para tener un crecimiento óptimo requiere una humedad relativa del 70 al 75 %.

#### b. Suelo

La cebolla se adapta a una amplia gama de suelos francos, con buena capacidad de retención de humedad y bien drenados; ausencia y contenido de arcilla menor al 30%. Contenido de materia orgánica de ser mayor al 3.0 %, con un pH del suelo de 6 a 6.5, con respecto a la salinidad, la cebolla está catalogada como medianamente tolerante, con valores de 4 a 10 dS.m<sup>-1</sup>. (Sonnenmerg, 2000)

#### c. Agua

No tolera excesos de agua; se produce en zonas con una precipitación que va entre los 500 y 1,200 mm.año<sup>-1</sup>. (Lardizabal, 2014)

Valadez, (2001), dice: que el exceso de humedad al final del cultivo repercute negativamente en su conservación. Se recomienda que el suelo tenga una buena retención de humedad en los 15-25 cm superiores del suelo.

## 7. Requerimientos nutricionales del cultivo

Cartagena & Padilla, (2002), menciona que la cantidad de nutrimento que requiera o absorba el cultivo durante su ciclo de vida está en función directa del rendimiento de este cultivo. Por lo tanto, con un rendimiento de 37 t.ha<sup>-1</sup> el cultivo extrae del suelo 133 Kg de N, 22 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 177 Kg de K<sub>2</sub>O; y para un rendimiento de 42 t.ha<sup>-1</sup> el cultivo extrae 160 Kg de N, 76 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 125 Kg de K<sub>2</sub>O

Rojas & Ruiz, (2001), Menciona que la cebolla se caracteriza por tener un reducido sistema radicular comparado con el peso total de la planta, lo que limita la rápida absorción de nutrientes. “Este patrón superficial de raíces tiene importantes implicaciones por la limitada disponibilidad de nutrientes relativamente inmóviles como el fósforo (P), potasio (K) y algunos micronutrientes. Los nutrientes móviles como el nitrato y sulfato pueden fácilmente perderse desde la zona radicular por una excesiva irrigación”.

La cebolla con un sistema radicular reducido, responde bien a la fertilización fraccionada en niveles de 140 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 160 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 180 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>. (Cadahia, 2000)

Si bien es indispensable un análisis químico previo a la siembra, para conocer la cantidad de fertilizante a aplicar, se deben considerar algunas sugerencias de carácter general así para la cebolla se recomienda aplicar por hectárea 135 Kg de N, 65 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 144 Kg de K<sub>2</sub>O. (Agroecuator, 2000)

## **8. Labores pre-culturales y culturales**

### **a. Preparación del terreno**

Como la cebolla es una hortaliza que se produce bajo tierra es muy importante un suelo suelto sin piedras para que no resulten bulbos deformados. Por lo tanto, es necesario arar a unos 15 o 20 cm. de profundidad, utilizando arado cincel, azadón mecánico o simplemente azadones. Esta actividad debe hacerse por lo menos con 30 días de anticipación al trasplante para evitar las larvas, huevos y adultos de insectos. (IICA, 2008)

### **b. Trasplante**

Leñano, (2001), recomienda que el trasplante se realice con plantas de 15 cm de altura, que generalmente alcanzan entre los 40 y 70 días después de la siembra.

### **c. Riego**

Esta hortaliza es uno de los cultivos más exigentes en riegos debido primordialmente al abundante y superficial de su sistema radicular, por eso cuando la provisión de agua es escasa

los bulbos disminuyen de tamaño, es así que se ha llegado a determinar que los rendimientos de cebolla están en relación directa con el riego proporcionado al cultivo. (Infoagro, 2002)

El riego inmediato después del trasplante es básico, sin embargo, unos 20 días antes de la cosecha se debe suspender. El exceso de riego también puede ocasionar una reducción de la producción. La frecuencia de riego depende de la edad de cultivo, y estación, en verano, así los 8 primeros días se debe dar riegos diarios y luego pasando un día hasta que la sexta semana se habrá de dosificar 2 veces por semana. (Infoagro, 2002)

#### d. Deshierbes

En relación a las deshierbas López, (2006), recomienda que se debe realizar repetidas deshierbas con objeto de airear el suelo, interrumpir la capilaridad y eliminar malas hierbas La primera se realiza apenas las plantitas han alcanzado los 10 cm de altura y el resto según sea necesario y siempre antes de que las malas hierbas invadan el terreno, las materias activas de los herbicidas de preemergencia más utilizados en el cultivo de la cebolla son: Pendimetalina, Oxifluorfen, Propacloro, Triaxilaxil y Loxinil octanoato.

Leñano, (2001), afirma que la cebolla de bulbo no se aporca pues los bulbos se desarrollan superficialmente, conviene aflojarle el suelo para proporcionarle la aeración, al igual que las deshierbas deben ser superficiales.

## 9. Plagas y enfermedades

### a. Plagas

**Tabla 4.** Principales plagas del cultivo de cebolla (*Allium cepa*).

N. Común	N. Científico	Sintomatología	Control
Gusano Cortador	<i>Agrotis ipsilon</i>	Corta los tallos de las Plantas tiernas y Produce su muerte	Aspersiones foliares a base de clopiryphos 1,25 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> y Bufago 1,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup>
Minador de la hoja	<i>Lyriomyza huidrobensis</i>	Las larvas construyen galerías en las hojas secándolas y pudriéndolas	Aspersiones al follaje con Tiosyclan hdifrogenoxalato con una dosis: 0,5 g.L <sup>-1</sup>
Trips de la cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Chupan la sabia provocando manchas plateadas y puntos negros	Aspersiones foliares con Tiosyclan hdifrogenoxalato con una dosis: 0,5 g.L <sup>-1</sup>

**Fuente:** INIAP, Guía Técnica de Cultivos, 2008.

## b. Enfermedades

**Tabla 5.** Principales enfermedades del cultivo de cebolla (*Allium cepa*).

N. Común	N. Científico	Sintomatología	Control
Mildeu velloso	<i>Peronospora destructor</i>	Lesiones elípticas Recubiertas por un color grisáceo en las hojas	Aspersiones foliares a base de Ridomil GOLD 480 SL (metalaxil + manconzeb) Dosis: 2,5 g.L <sup>-1</sup>
Mancha purpura	<i>Alternaria porri</i>	Afecta a hojas, bulbos y macollos florales	Score 250 EC (Difenoconazol) Dosis: 1,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup>
Raíz rosada	<i>Pyrenochaeta terrestres</i>	Raíz de color rosado y detiene su crecimiento	Rovral 50 WP (Iprodione) con una dosis: 2,5 g.L <sup>-1</sup>
Podredumbre del cuello	<i>Botrytis alli</i>	Pudrición del cuello de la planta y una eventual momificación	Aspersiones con Predostar (Metalaxil + Propamocarb) al follaje y a la base de las plantas con una dosis: 1,5 g.L <sup>-1</sup>

Fuente: INIAP, Guía Técnica de Cultivos, 2008.

**10. Cosecha**

La cosecha de cebolla se debe de realizar cuando empieza a doblar la hoja y no antes, ha existido la costumbre de quitarle el agua al cultivo a los 80 ddt para inducir la doblada y secado de la cebolla esta práctica es incorrecta, ya que la cebolla sabe mejor que nadie cuando está de

cosecha, se pierde de un 15% a 25% de rendimiento por quitar el agua, la cosecha se comienza cuando hay de un 30 a 70% de los tallos doblados. (Lardizabal, 2014)

Al arrancar los bulbos del suelo es recomendable dejarla sobre el suelo durante 3 días con su follaje al sol, para que se seque evitando así su deterioro en el almacenamiento, a esta práctica se la llama “curación”. (IICA, 2008)

## **11. Rendimiento**

Según el INEC, (2000), en el Ecuador, se cultivan 5875 hectáreas de cebolla colorada, obteniéndose así una producción de 41184 toneladas métricas al año, que arroja un rendimiento nacional promedio de 7 t.ha<sup>-1</sup>.

Según Freire, (2012), el rendimiento del cultivo de cebolla colorada variedad burguesa alcanza los 43304,73 Kg.ha<sup>-1</sup>.

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

##### **1. Localización**

El presente trabajo de investigación se realizó en el predio del departamento de Horticultura, de la Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

##### **2. Ubicación geográfica**

**Cuadro 1.** Ubicación geográfica del ensayo.

<b>ESPOCH</b>		
<b>Coordenadas geográficas</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>
Longitud	UTM	749710
Latitud	UTM	9815487
Altitud	msnm	2838

**Fuente:** Estación Meteorológica ESPOCH, 2016.

##### **3. Condiciones climatológicas**

**Cuadro 2.** Condiciones climatológicas.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valores</b>
Temperatura	°C	13
Humedad relativa	%	59
Precipitación promedio	mm	450

**Fuente:** Estación Meteorológica ESPOCH, 2016.

#### 4. Clasificación ecológica

De acuerdo con la clasificación de Holdridge, (2000), corresponde a la zona de vida estepa espinosa montano bajo (eeMB).

#### 5. Características del suelo

##### a. Características físicas

**Cuadro 3.** Características físicas del suelo.

Características físicas	Interpretación
Textura	Franca arenosa
Estructura	Suelta
Pendiente	2%
Drenaje	Bueno
Profundidad	30 cm

**Fuente:** Laboratorio De Suelos ESPOCH, 2016

##### b. Características químicas

**Cuadro 4.** Características químicas del suelo.

Características químicas	Unidades	Valores	Interpretación
pH	-	8,4	Alcalino
Materia Orgánica	%	0,8	Bajo
Contenido de NH <sub>4</sub>	mg.L <sup>-1</sup>	14,8	Bajo
Contenido de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		72,4	Alto



Características químicas	Unidades	Valores	Interpretación
Contenido de K <sub>2</sub> O	meq.100g <sup>-1</sup>	0,55	Bajo
Contenido de CaO		2,5	Bajo
Contenido de MgO		5,7	Alto

Fuente: Laboratorio De Suelos ESPOCH, 2016

## B. MATERIALES.

### 1. Formulaciones de los fertilizantes

**Cuadro 5.** Composición química de los fertilizantes edáficos.

Fertilizantes	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
DAP	18	46	0
10-30-10	10	30	10
Urea	46	-	-
Muriato de K	-	-	60

**Cuadro 6.** Composición química del fertilizante foliar.

Fertilizantes	Unidad	K <sub>2</sub> O	M.O	Extracto Húmico
Agro nutri engrose K Plus	g.L <sup>-1</sup>	280 Quelatado con EDTA	112	84

### 2. Material biológico

Cultivar de cebolla burguesa.

### 3. Materiales de campo

Tractor, azadones, rastrillo, estacas, cinta métrica, piola, barreno, hoyadoras, plántulas de cebolla colorada, fertilizantes químicos (DAP, Muriato de potasio, Urea, 10-30-10, agro-nutri engrose K plus), bomba de mochila, traje impermeable para aplicaciones, guantes, mascarilla, gafas, botas de caucho, cámara fotográfica, rótulos de identificación de tratamientos.

### 4. Materiales de oficina

Se utilizó: computadora, impresora, hojas de papel bond, internet, lápiz, esfero, calculadora, marcadores, regla, impresora, memoria USB.

### 5. Materiales de investigación

Se utilizó las 13 formulaciones químicas de fertilización edáfica y foliar.

## C. METODOLOGÍA.

### 1. Tratamiento en estudio

**Cuadro 7.** Requerimiento nutricional del cultivo de cebolla colorada.

<b>Requerimiento nutricional de la cebolla (Kg.ha<sup>-1</sup>)</b>			
<b>%</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
100	140	160	180
75	105	120	135
50	70	80	90
25	35	40	45

Recomendación tomada de Candahia, 2000

**Cuadro 8.** Aportación de nutrientes del agricultor.

<b>Aportación de nutriente por el agricultor (Kg.ha<sup>-1</sup>)</b>			
<b>Fertilizante</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
DAP	44,57	113,90	-
Urea	113,90	-	-
20-20-20	0,76	0,76	0,76

Recomendación tomada por el agricultor

En base al Cuadro 7, se obtiene las siguientes formulaciones:

**Cuadro 9.** Dosis y aportación de nutrientes del fertilizante foliar Agro nutri engrose EDTA.

<b>Código</b>	<b>Dosis cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup></b>	<b>L.ha<sup>-1</sup> de Agro- Nutri engrose</b>	<b>Aportación de K<sub>2</sub>O Kg.ha<sup>-1</sup></b>
D1	2,5	3,8	1,06
D2	5	7,62	2,13
D3	7,5	11,42	3,20

**Cuadro 10.** Dosis de fertilización edáfica.

<b>Formulaciones</b>	<b>Fertilizante</b>	<b>Dosis (%)</b>	<b>DAP (g.parcela<sup>-1</sup>)</b>	<b>Muriato De Potasio (g.parcela<sup>-1</sup>)</b>	<b>Urea (g.parcela<sup>-1</sup>)</b>
75% Siembra + 25% Rascadillo	DAP	75	273,9	236,28	132,6
		25	91,32	78,78	44,4
50% Siembra + 50% Rascadillo	DAP	50	182,64	157,8	88,32
		50	182,64	157,8	88,32
75 % Siembra + 25% Rascadillo	10-30-10	75	420	166,26	148,38
		25	139,98	55,44	49,44
50 % Siembra + 50% Rascadillo	10-30-10	50	280,02	110,82	98,94
		50	280,02	110,82	98,94

**Cuadro 11.** Tratamientos de estudio.

Tratamientos	Descripción
T1	DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T2	DAP + Urea + Muriato de K 75% Siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T3	DAP + Urea + Muriato de K 75% Siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T4	DAP + Urea + Muriato de K 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T5	DAP + Urea + Muriato de K 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T6	DAP + Urea + Muriato de K 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T7	10-30-10 + Urea+ Muriato de K 75% Siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T8	10-30-10 + Urea + Muriato de K 75% Siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T9	10-30-10 + Urea+ Muriato de K 75% Siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T10	10-30-10 + Urea + Muriato de K50% Siembra + 50% Rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T11	10-30-10 + Urea + Muriato de K 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> dosis 2 de fertilizante foliar
T12	10-30-10 + Urea + Muriato de K 50% Siembra + 50% Rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar
T13	Fertilización del agricultor (260 g.parcela <sup>-1</sup> de DAP en la Siembra + 260 g.parcela <sup>-1</sup> de Urea en el Rascadillo + 20-20-20 a los 30, 60 y 90 días después del trasplante)

## 2. Especificaciones del campo experimental.

**Cuadro 12.** Especificaciones del campo experimental

<b>Características</b>	<b>Especificaciones</b>
Número de tratamientos	13
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	39
Forma de la parcela	Rectangular
Distancia entre parcelas	0.40 m
Distancia entre bloques	1m
<b>Distancia de plantación</b>	
Entre hileras	0,30 m
Entre plantas	0,10 m
Ancho de la parcela	5m
Largo de la parcela	2,1 m
Área de cada parcela	10,5 m <sup>2</sup>
Área neta de cada parcela	5,28 m <sup>2</sup>
Número total de plantas en el ensayo	11934
Número total de plantas a evaluarse	390
Número de hileras por parcela	6
Número de plantas por hilera	51
Número de plantas por parcela	306
Número de plantas a evaluarse por parcela neta	10
Área total del ensayo	758,1 m <sup>2</sup>

### 3. Tipo de diseño

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar (BCA). Con 13 tratamientos y 3 repeticiones.

#### a. Análisis estadístico

**Cuadro 13.** Análisis de varianza (Adeva) para el cultivar.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloque	$(B-1)$	2
Tratamiento	$(T-1)$	12
Error	$(B-1) * (T-1)$	24
<b>Total</b>		38

#### b. Análisis funcional

- 1) Análisis de varianza (Adeva).
- 2) Prueba de Tukey al 5% para la separación de medias de los tratamientos
- 3) Coeficiente de variación, se expresó en porcentaje.

#### c. Análisis económico

El análisis económico se realizó aplicando el método beneficio costo.

## D. METODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS A REGISTRAR.

### 1. Prendimiento (%).

A los 8 y 15 días después del trasplante (ddt), se realizó el conteo de las plantas que se encuentren prendidas, en la parcela total de todos los tratamientos en estudio, los cuales se relacionaron con el número total de plántulas trasplantadas, estos datos serán expresados en porcentajes.

### 2. Altura de la planta (cm).

La medición de la altura de la planta se efectuó a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (ddt), para lo cual se tomó 10 plantas marcadas al azar y se midió con regla, desde la base del tallo hasta el ápice, expresando en centímetros (cm).

### 3. Número de hojas.

El número de hojas se contabilizó en la parcela neta, 10 plantas marcadas al azar a los 30, 60 y 90 días después del trasplante, en cada uno de los tratamientos.

### 4. Días a la cosecha.

Se contabilizó los días desde el trasplante, hasta la madurez fisiológica (75% de los pseudotallos doblados en la parcela neta).

### 5. Forma de bulbo

Se calculó mediante la relación:

$$r = Dh/Dv,$$

En donde:  $D_h$  = diámetro horizontal del bulbo y  $D_v$  = diámetro vertical del bulbo. Y se interpretó mediante los siguientes parámetros:

Redondo o globoso cuando  $r = 1$  - Achatado cuando  $r > 1$  - Alargado cuando  $r < 1$ , y se comprobó con el calibrador pie de rey.

#### **6. Peso del bulbo (Kg.parcela neta<sup>-1</sup>).**

Se pesó los bulbos de la parcela neta, seleccionando 10 plantas marcadas al azar después de la cosecha y se expresó en gramos (g) transformándolo en Kg.

#### **7. Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).**

En base al peso obtenido por parcela neta se llevó al cálculo para expresar en toneladas por hectárea.

#### **8. Análisis económico (\$)**

En base al rendimiento total y al costo de producción en Kg.ha<sup>-1</sup> se determinó la relación beneficio costo.

### **E. MANEJO DEL ENSAYO**

#### **1. Labores pre – culturales**

##### **a. Análisis del suelo**

Se realizó el análisis a través del muestreo de la parcela, mediante el método de zigzag, para extraer la muestra a una profundidad de 20 cm con la ayuda de un barreno, después se llevó a realizar el respectivo análisis físico-químico, para cuantificar los contenidos de macronutrientes



(N, P, K, Ca, Mg y S) y micronutrientes (Zn, Cu, Mn, Fe, B); además se determinó el pH, textura, materia orgánica, CIC, CE.

b. Preparación del suelo

Se efectuó con equipo mecanizado, pasando dos veces la rastra, con el fin de desmenuzar los terrones de suelo y lograr una capa suelta, obteniendo de esta manera una profundidad de suelo desmenuzado de 25cm.

c. Trazado de parcelas

Se lo realizó con la ayuda de estacas y piolas, siguiendo las especificaciones del campo experimental.

d. Nivelación del terreno

Esta labor se ejecutó con la ayuda del tractor, con esto se obtuvo una distribución homogénea en todos los tratamientos.

e. Surcado

Esta labor se realizó manualmente, con la ayuda de un azadón, en la cual se dejaron camellones separados entre sí de 0.30 cm.

f. Rayado

Se desarrolló a una profundidad de 0.10 m, en el cual se depositó los fertilizantes químicos.

## 2. Labores culturales

### a. Trasplante.

El trasplante se realizó a una distancia de 0.10 m entre plantas y 0.3 m entre hileras, utilizando plantas vigorosas.

### b. Fertilización del ensayo.

El presente trabajo corresponde a 12 formulaciones químicas más el testigo agricultor, de manera edáfica, en dos épocas de aplicación, con tres dosis de fertilización foliar, este último tipo de fertilización se aplicó cuando el bulbo empezó a formarse, cada 15 días con las dosis establecidas para cada tratamiento en el cultivo de cebolla, tomando en cuenta la necesidad del cultivo, así Cadahia (2000), afirma que: La cebolla con un sistema radicular reducido, responde bien a la fertilización fraccionada en niveles de  $140 \text{ Kg N.ha}^{-1}$ ,  $160 \text{ Kg P}_2\text{O}_5.\text{ha}^{-1}$  y  $180 \text{ Kg K}_2\text{O}.\text{ha}^{-1}$ , por ende la fertilización será como lo indica en el Cuadro 11.

### c. Deshierbe

En el primer deshierbe se efectuó a los 30 días después del trasplante aplicando un herbicida (Golex) con una dosis de  $1,5 \text{ cm}^3.\text{L}^{-1}$ , el segundo deshierbe se realizó de forma manual, a los 60 días después del trasplante, para evitar la competencia de nutrientes por parte de las malezas.

### d. Riego

La cebolla es un cultivo que requiere de 350 a 500 mm de agua para satisfacer sus necesidades hídricas, sin sobrepasar el 70% de la humedad de campo. Debido al reducido sistema radicular de la cebolla, con pocos pelos absorbentes y raíces con un diámetro menor a 1mm la absorción de agua es lenta, por lo que la cantidad de agua de riego por gravedad aproximadamente es de  $10000 \text{ a } 12000 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ . Para nuestra evaluación se aplicó  $240 \text{ m}^3$  en cada riego, el riego se

realizó tres veces por semana en la primera fase del cultivo y después se dio dos riegos por semana hasta quince días antes de la cosecha ya que suspendió el riego.

e. Control de plagas y enfermedades

De acuerdo a la manifestación de plagas y enfermedades en el transcurso del ciclo del cultivo se realizó las aplicaciones mediante la bomba de mochila y según fue la plaga o la enfermedad se realizó el control de manera preventiva o curativa, como lo indica la Tabla 4 y 5.

f. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual utilizando sacos, cuando el cultivo presente un 75% de tallos doblados en la parcela neta, además se clasificó en categorías, para la venta, según el siguiente cuadro:

**Cuadro 14.** Categoría de la cebolla según su diámetro ecuatorial.

<b>Tamaño</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
Cebollones	>110
Jumbo	91-110
Grandes	81-90
Medianas	61- 80
Chicas	45-60

**Fuente:** Instituto De Investigación Agropecuario De Panamá. IDIAP. 2006.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

#### 1. Porcentaje de prendimiento a los 8 ddt.

El análisis de varianza para porcentaje de prendimiento (Cuadro 15), no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que en tratamientos existe una alta significancia, con un coeficiente de variación de 4,54%.

**Cuadro 15.** Porcentaje de prendimiento a los 8 ddt.

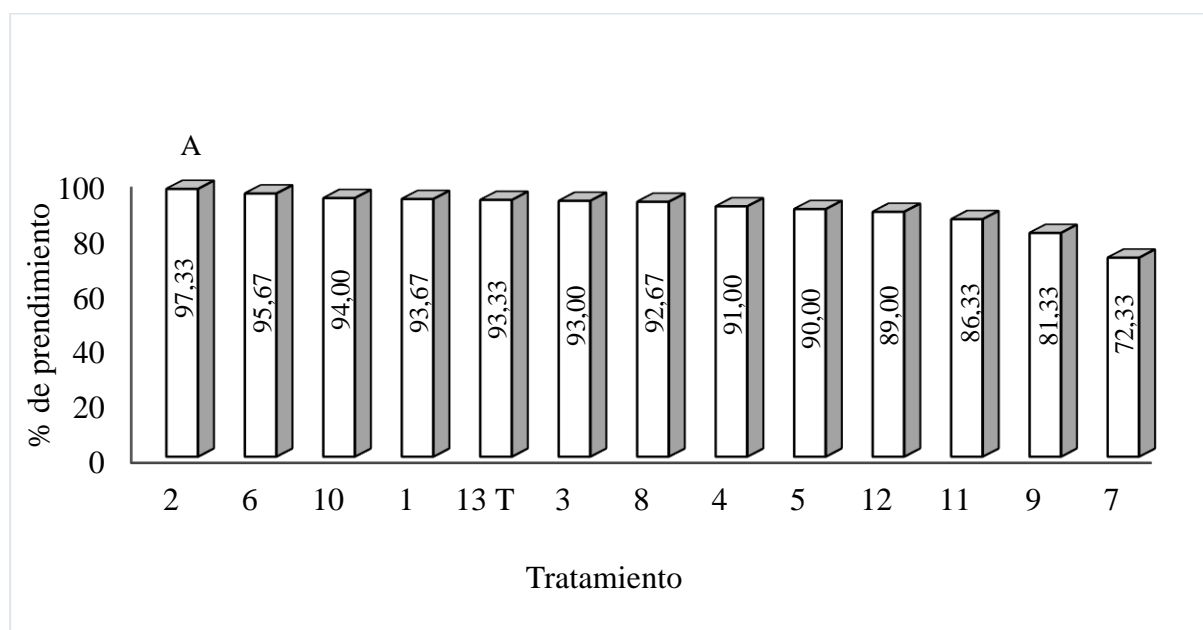
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	2054,97					
Repeticiones	2	18,82	9,41	0,56	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	1635,64	136,3	8,17	2,18	3,01	**
Error	24	400,51	16,69				
C de V	4,54						

\*\*: Altamente significativo; \*: Significativo; Ns: No significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento a los 8 ddt, según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar presentan cuatro rangos (Cuadro 16). En el rango “A” se ubican los tratamientos: 2, 6, 10 y 1, sobresaliendo la formulación compuesta por DAP + Urea + Muriato de K 75% en la siembra (T2), con una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> con una media de 97,33%; mientras que en el rango “C” se ubica la formulación compuesta de 10-30-10+ Urea+ Muriato de K 75% Siembra (T7), que aporta 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, que presenta una media de 72,33%.

**Cuadro 16.** Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de prendimiento a los 8 ddt, según las dos formulaciones de fertilización química edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamientos	Medias	Rango
2	97,33	A
6	95,67	A
10	94,00	A
1	93,67	A
13 Testigo Agr.	93,33	AB
3	93,00	AB
8	92,67	AB
4	91,00	AB
5	90,00	AB
12	89,00	AB
11	86,33	AB
9	81,33	BC
7	72,33	C



**Gráfico 1.** Porcentaje de prendimiento a los 8 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cuanto al prendimiento a los 8 ddt, según las dos formulaciones de fertilización química edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar, permiten apreciar que la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% en la siembra (T2), que presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, obtuvo mejor prendimiento, con una media de 97,33%; Según Vera, (2016), en su trabajo de investigación los resultados presentados en el porcentaje de prendimiento a los 8 ddt, de los cultivares de cebolla colorada con tres dosis de fertilización, permitieron apreciar que la dosis de fertilización baja (D1) que corresponde a 70, 80 y 90 Kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, fósforo y potasio y la dosis media (D2) que corresponde a 140, 160 y 180 Kg.ha<sup>-1</sup> son los que presentaron mayor porcentaje de prendimiento en los cuatro cultivares de cebolla en los cuales se presentó una media que va desde los 99.62 a 97.05 % de plantas prendidas, el valor obtenido en la presente investigación está dentro de este rango, esto puede deberse a que la formulación que presenta mayor porcentaje de prendimiento a los 8 ddt, se debe a la función que tiene el fósforo en las etapas iniciales del cultivo, además la mejor formulación contiene alta concentración de fósforo 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en el DAP, es decir el fósforo juega un papel importante en el prendimiento del cultivo lo que concuerda con, Aljaro, et al. (2009), quien menciona que las necesidades de fósforo son absorbidas durante los estados iniciales del crecimiento de las cebollas. Esto significa que las posteriores demandas podrían ser menores, o por decir lo menos, alguna eventual deficiencia de este elemento fosfatado a nivel del suelo, sería menos problemática en un cultivo que provenga de almácigos bien nutridos, en comparación a otro que haya sido deficientemente o sub-fertilizado.

## 2. Porcentaje de prendimiento a los 15 ddt.

El análisis de varianza para porcentaje de prendimiento a los 15 ddt (Cuadro 17), no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que en tratamientos existe una alta significancia con un coeficiente de variación de 8,17%.

**Cuadro 17.** Porcentaje de prendimiento a los 15 ddt.

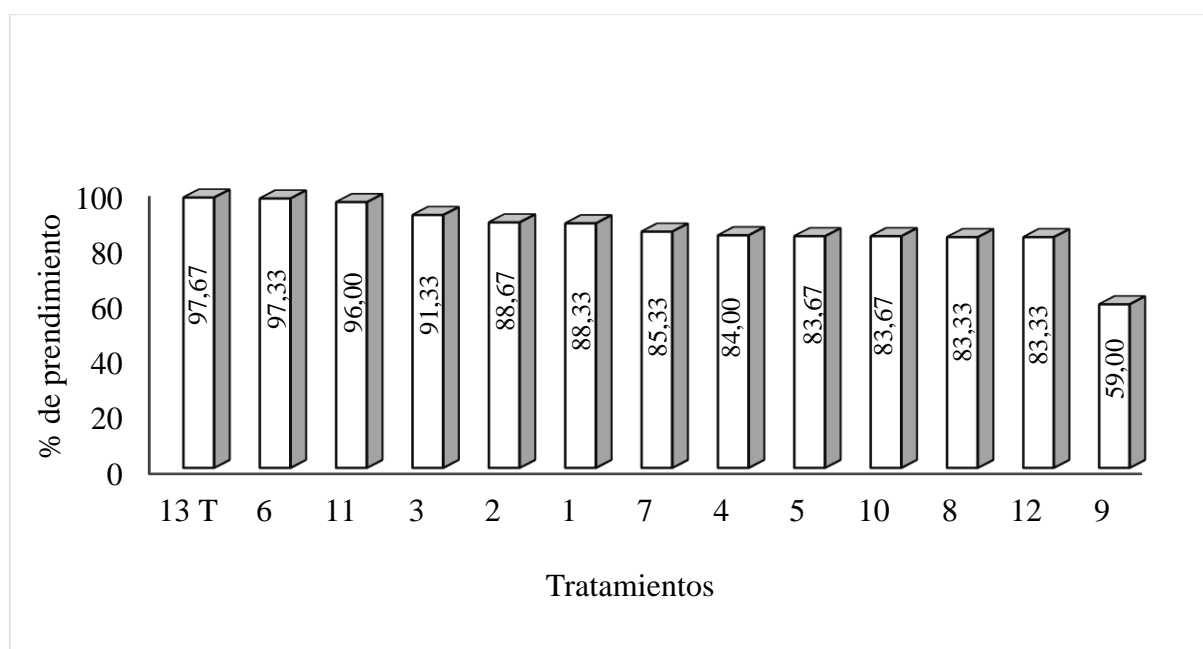
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	4875,9					
Repeticiones	2	194,21	97,1	1,95	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	3489,23	290,77	5,85	2,18	3,01	**
Error	24	1192,46	49,69				
C de V	8,17						

\*\*: Altamente significativo; \*: Significativo; Ns: No significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de prendimiento a los 15 ddt según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar presentan dos rangos (Cuadro 18). En el rango “A” se ubican los tratamientos 13, 6, 3, 2, 1, 7, 4, 5, 10, 8 y 12, sobresaliendo la formulación de testigo agricultor compuesta de 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup> en la siembra (T13), con una aportación de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> con una media de 97,67%; mientras que en el rango “B” se ubica la formulación de 10-30-10 + Urea+ Muriato de K 75% en la siembra (T9), con una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, en la siembra, con una media de 59%.

**Cuadro 18.** Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de prendimiento a los 15 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamientos	Medias	Rango
13 Testigo Agr.	97,67	A
6	97,33	A
11	96,00	A
3	91,33	A
2	88,67	A
1	88,33	A
7	85,33	A
4	84,00	A
5	83,67	A
10	83,67	A
8	83,33	A
12	83,33	A
9	59,00	B



**Gráfico 2.** Porcentaje de prendimiento a los 15 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.



## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en cuanto al prendimiento de la cebolla colorada a los 15 ddt, según las dos formulaciones de fertilización química edáfica en dos épocas de aplicación, con tres dosis de fertilización foliar, nos muestra que la formulación del testigo agricultor compuesta de 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup> en la siembra (T13), con una aportación de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> presenta mayor prendimiento con una media de 97,67%, esto se debe a que esta formulación contiene solo una aportación de DAP con el fin de suministrar fósforo, ya que es esencial para las etapas iniciales y por ende tiene un mejor resultado como lo menciona Guerrero, (1996), citado por Serrano et al (2010); El fósforo tiene una gran influencia en la primera fase de crecimiento de las plantas. La plántula se nutre del fósforo acumulado en la semilla, pero cuando se agota esta reserva ha de tomarlo del suelo, además menciona que el fósforo favorece el desarrollo del sistema radicular al comienzo de la vegetación.

### B. NÚMERO DE HOJAS

#### 1. Número de hojas a los 30 ddt.

El análisis de varianza para el número de hojas a los 30 ddt (Cuadro 19), no presenta diferencia significativa tanto en repeticiones como en tratamientos, con un coeficiente de variación de 6,11%.

**Cuadro 19.** Número de hojas a los 30 ddt.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	3,62					
Repeticiones	2	0,46	0,23	3,14	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	1,42	0,12	1,62	2,18	3,01	Ns
Error	24	1,74	0,07				
C de V	6,11						

\*\*: Altamente significativo; \*: Significativo; Ns: No significativo

## 2. Número de hojas a los 60 ddt.

El análisis de varianza para número de hojas a los 60 ddt (Cuadro 20), no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que en tratamientos existe significancia, con un coeficiente de variación de 3,05%.

**Cuadro 20.** Número de hojas a los 60 ddt.

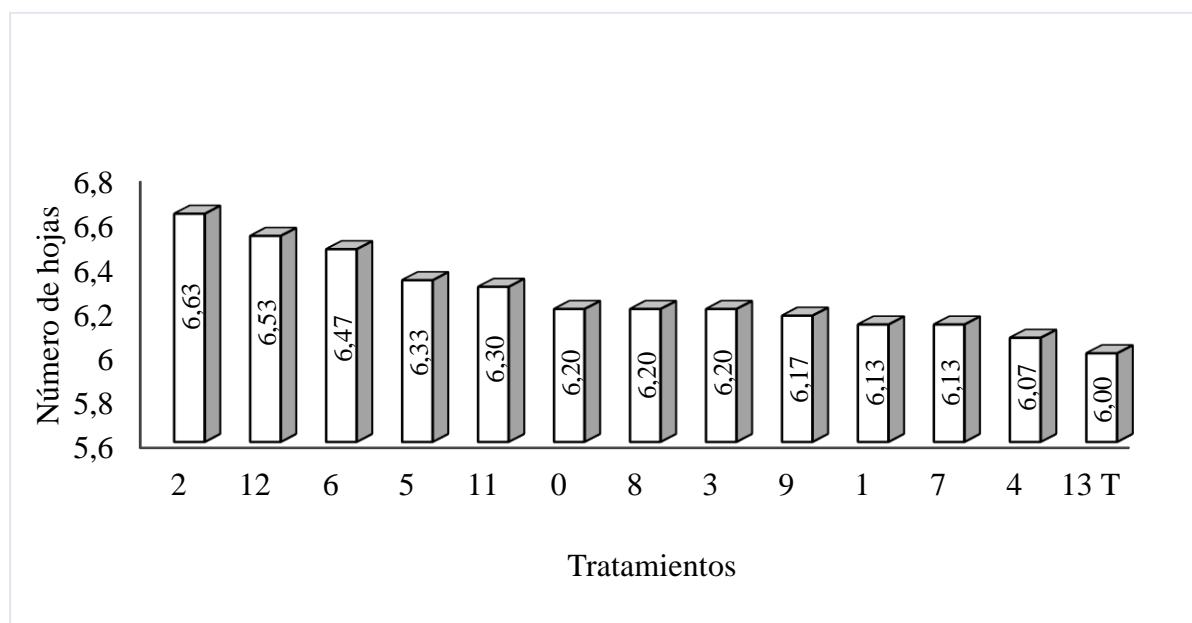
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	2,27					
Repeticiones	2	0,14	0,07	1,91	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	1,26	0,11	2,88	2,18	3,01	*
Error	24	0,87	0,04				
C de V	3,05						

\*\*: Altamente significativo; \*: Significativo; Ns: No significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 ddt según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar presentan tres rangos (Cuadro 21). En el rango “A” se ubica la formulación compuesta por DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), que presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, con una media de 6,63 hojas; mientras que en el rango “B” se ubica la formulación del testigo agricultor que contiene 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup> en la siembra + 260 g Urea.parcela<sup>-1</sup> en el rascadillo + 20-20-20 a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (T13), con una aportación de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 113,90 Kg N.ha<sup>-1</sup>, en el rascadillo y una aportación más de 0,76 Kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, aportados mediante fertilización foliar a los 30,60 y 90 ddt con una media de 6 hojas.

**Cuadro 21.** Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamientos	Medias	Rango
2	6,63	A
12	6,53	AB
6	6,47	AB
5	6,33	AB
11	6,30	AB
0	6,20	AB
8	6,20	AB
3	6,20	AB
9	6,17	AB
1	6,13	AB
7	6,13	AB
4	6,07	AB
13 Testigo Agr.	6,00	B



**Gráfico 3.** Número de hojas a los 30 días según, las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

### 3. Número de hojas a los 90 ddt.

El análisis de varianza para número de hojas a los 90 ddt (Cuadro 22), no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que en tratamientos existe significancia, con un coeficiente de variación de 6,68%.

**Cuadro 22.** Número de hojas a los 90 ddt.

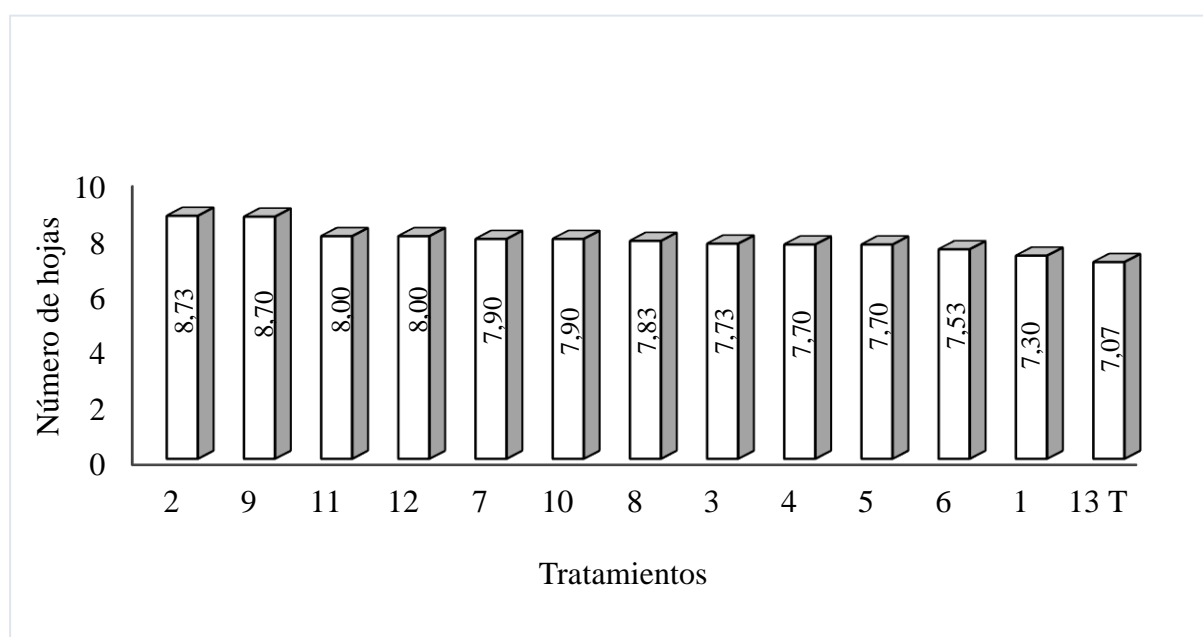
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	14,6					
Repeticiones	2	0,12	0,06	0,21	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	7,88	0,66	2,39	2,18	3,01	*
Error	24	6,6	0,27				
C de V	6,68						

\*\*: Altamente significativo; \*: Significativo; Ns: No significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 90 ddt según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar presentan tres rangos (Cuadro 23). En el rango “A” se ubica la formulación compuesta por DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), con una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.L<sup>-1</sup>, con una media de 8,73 hojas; mientras que en el rango “B” se ubica la formulación del testigo agricultor compuesta de 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup> en la siembra + 260g Urea.parcela<sup>-1</sup> en el rascadillo + 20-20-20 a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (T13), con una aportación de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 113,90 Kg N.ha<sup>-1</sup>, en el rascadillo y una aportación más de 0,76 Kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, aportada mediante fertilización foliar a los 30, 60 y 90 ddt, presenta una media de 7,07 hojas.

**Cuadro 23.** Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 90 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamientos	Medias	Rango
2	8,73	A
9	8,70	AB
11	8,00	AB
12	8,00	AB
7	7,90	AB
10	7,90	AB
8	7,83	AB
3	7,73	AB
4	7,70	AB
5	7,70	AB
6	7,53	AB
1	7,30	AB
13 Testigo Agr.	7,07	B



**Gráfico 4.** Número de hojas a los 90 ddt según, las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

## DISCUSIÓN

El mayor número de hojas presentó la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), que presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, en la siembra y un aporte de 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.L<sup>-1</sup>, con medias de 6,63 y 8,73 hojas a los 60 y 90 ddt, mientras que a los 30 ddt no hubo significancia, esto concuerda con Casseres (2001), quien menciona que las hojas de la cebolla colorada van en número de cuatro a siete, lo cual puede deberse a que la formulación que mayor número de hojas presentó, fue el fertilizante químico que contiene fosfato diamónico (DAP), debido a que es un fertilizante químicamente compuesto, ya que el fósforo interactúa en conjunto con el nitrógeno, como menciona Munera, (2014), El fósforo y el nitrógeno están involucrados en funciones vitales para las plantas como lo son: la fotosíntesis, formación de proteína etc., además el beneficio principal de la aplicación en banda de fertilizantes con P y N amoniacal es el incremento de absorción de P por las plantas debido a que la solubilidad del P se incrementa. Además, fertilizantes con N-amoniacal aumentan la absorción de P por las plantas, mejorando así el crecimiento del cultivo y la eficiencia del fertilizante fosfatado, lo que concuerda con Muñoz, (2016), quien indica que una de las funciones más importantes del nitrógeno es la de tener una acción directa sobre el incremento de la masa seca porque favorece el desarrollo del tallo, el crecimiento del follaje y contribuye en la formación de frutos y granos.

### C. ALTURA DE LA PLANTA

#### 1. Altura de la planta a los 30 ddt.

El análisis de varianza para altura de la planta a los 30 ddt (Cuadro 24), no presenta diferencia significativa tanto en repeticiones como en tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,64%.

**Cuadro 24.** Altura de la planta a los 30 ddt.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	118,22					
Repeticiones	2	4,97	2,48	0,98	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	52,57	4,38	1,73	2,18	3,01	Ns
Error	24	60,68	2,53				
C de V	7,64						

\*\* : Altamente significativo; \* : Significativo; Ns: No significativo

## 2. Altura de la planta a los 60 ddt.

El análisis de varianza para altura de la planta a los 60 ddt (Cuadro 25), no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que en tratamientos existe una alta significancia, con un coeficiente de variación de 3,08%.

**Cuadro 25.** Altura de la planta a los 60 ddt.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	342,5					
Repeticiones	2	2,46	1,23	1,04	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	311,7	25,98	22	2,18	3,01	**
Error	24	28,33	1,18				
C de V	3,08						

\*\* : Altamente significativo; \* : Significativo; Ns: No significativo

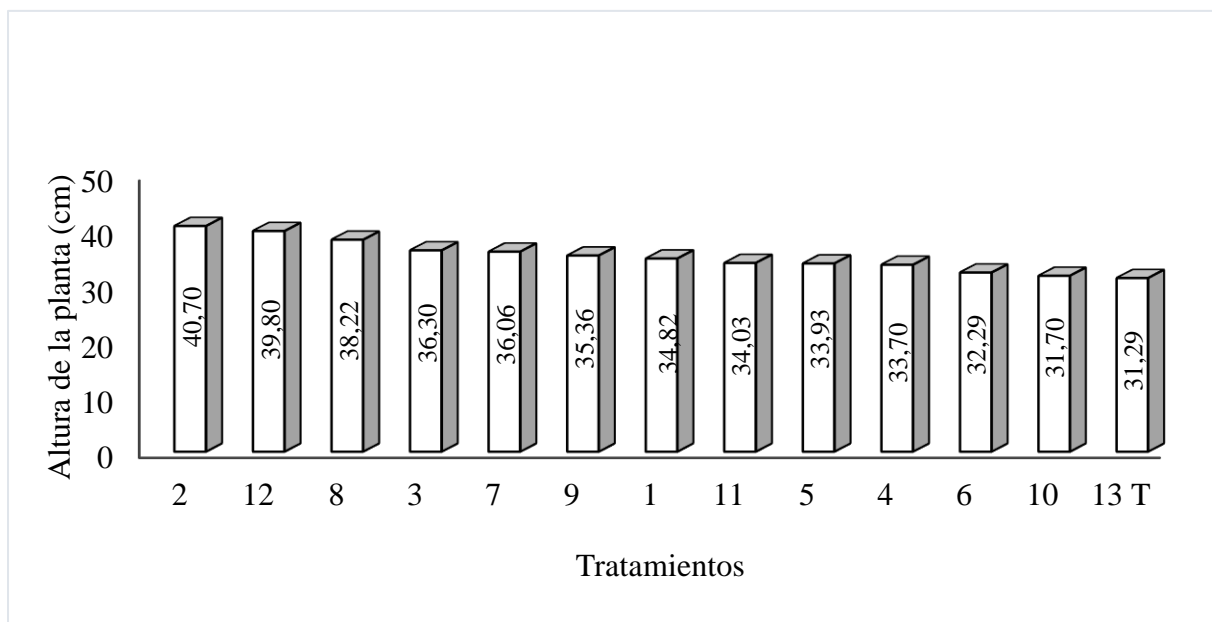
En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 60 ddt según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar presentan ocho rangos (Cuadro 26). En el rango “A” se ubican los tratamientos 2 y 12, sobresaliendo la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25%

rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), la cual presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, en la siembra y un aporte de 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, con una media de 40,7 cm; mientras que en el rango “F” se ubica la formulación del testigo agricultor compuesta de 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup>, en la siembra + 260 g Urea.parcela<sup>-1</sup>, en el rascadillo + 20-20-20 a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (T13), con una aportación de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 113,90 Kg N.ha<sup>-1</sup>, en el rascadillo, más 0,76 Kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> aportados mediante fertilización foliar a los 30,60 y 90 ddt, con una media de 31,29 cm.

**Cuadro 26.** Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 60 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamientos	Medias	Rango
2	40,70	A
12	39,80	A
8	38,22	AB
3	36,30	BC
7	36,06	BC
9	35,36	BCD
1	34,82	CDE
11	34,03	CDEF
5	33,93	CDEF
4	33,70	CDEF
6	32,29	DEF
10	31,70	EF
13 Testigo Agr.	31,29	F





**Gráfico 5.** Altura de la planta a los 60 ddt según, las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

### 3. Altura de la planta a los 90 ddt.

El análisis de varianza para altura de la planta a los 90 ddt (Cuadro 27), no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que en tratamientos existe una alta significancia, con un coeficiente de variación de 2,40%.

**Cuadro 27.** Altura de la planta a los 90 ddt.

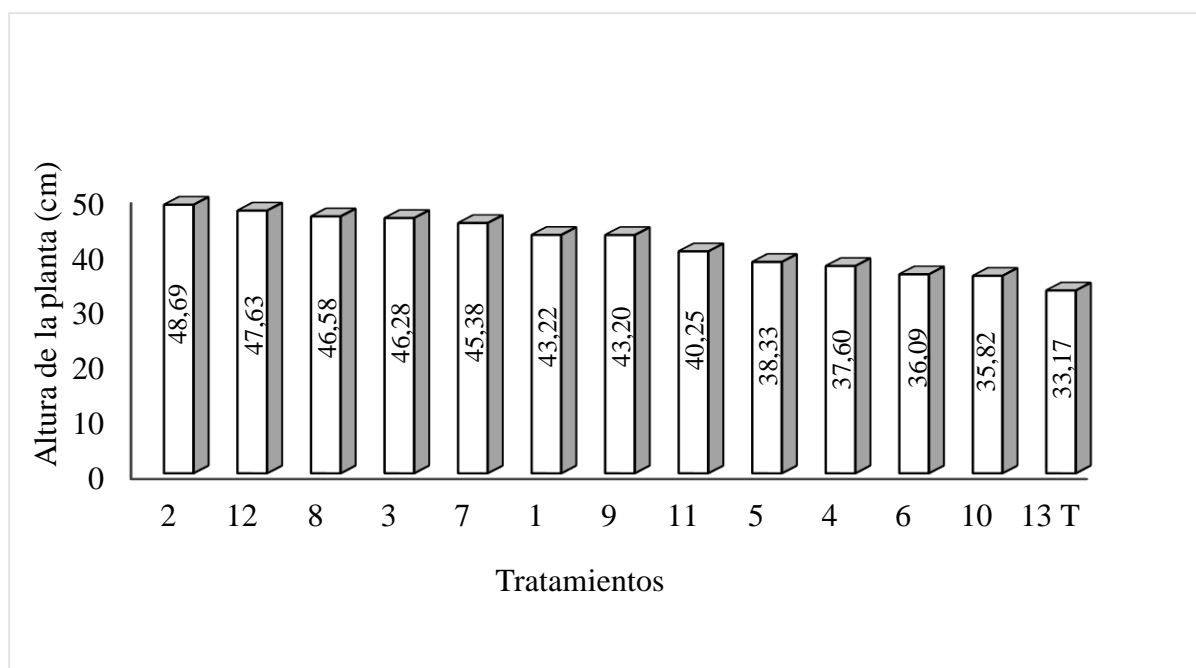
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	975,55					
Repeticiones	2	3,41	1,7	1,7	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	948,04	79	78,64	2,18	3,01	**
Error	24	24,11	1				
C de V	2,40						

\*\* : Altamente significativo; \* : Significativo; Ns: No significativo

En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 90 ddt según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar presentan ocho rangos (Cuadro 28). En el rango “A” se ubica la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), la cual presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y un aporte de 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, con una media de 48,69 cm, mientras que en el rango “B” se ubica la formulación del testigo agricultor compuesta de 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup> en la siembra + 260 g Urea.parcela<sup>-1</sup> en el rascadillo + 20-20-20 a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (T13), con una aportación de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 113,90 Kg N.ha<sup>-1</sup>, en el rascadillo, más 0,76 Kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> aportados mediante fertilización foliar a los 30,60 y 90 ddt, con una media de 33,17 cm.

**Cuadro 28.** Prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta a los 90 ddt, según las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamientos	Medias	Rango
2	48,69	A
12	47,63	AB
8	46,58	AB
3	46,28	AB
7	45,38	BC
1	43,22	CD
9	43,20	CD
11	40,25	DE
5	38,33	EF
4	37,60	EF
6	36,09	FG
10	35,82	FG
13 Testigo Agr.	33,17	G



**Gráfico 6.** Altura de la planta a los 90 ddt según, las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

## DISCUSIÓN

La altura no tuvo significancia a los 30 ddt, mientras que a los 60 y 90 ddt la mejor formulación fue la compuesta por DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), la cual aporta 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, presentando una media de 40,70 cm; Deho et al. (2002) evaluaron seis tratamientos de fertilización comprendidos entre 40-80, 0-120, 0-80 kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Los resultados no fueron significativos, pero determinaron que la dosis 80-60-40 kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, tendió a generar los valores más altos en de la planta de 39.07 cm, la cual es menor al resultado obtenido en la presente investigación como se menciona es de 40,70 cm, contrario de Ore, (2015), quien al evaluar tres niveles de fertilización N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O en el Rendimiento y Calidad de *Allium cepa* L. Var. Sivan F1-H-202, resultó ser altamente significativo, el tratamiento de 220-120-260 Kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> alcanzó mayor longitud 52,35 cm.

Estos resultados se podrían explicar por lo mencionado por Mogor, (2000) quien indica que el nitrógeno es segundo elemento más acumulado por la planta de cebolla y su efecto está

relacionado con más frecuencia al exceso que con la carencia de este nutriente. En el aspecto fisiológico, el exceso de nitrógeno causa crecimiento vegetativo exagerado por el aumento en la síntesis de proteínas y el contenido de agua de la planta, con efecto negativo sobre los procesos de resistencia a enfermedades y calidad de los bulbos, además Sullivan et al. (2001), Horneck (2004), Medina (2008) y Black et al. (2012), citados por Pacheco, (2013), menciona que el potasio participa en la síntesis de las proteínas. Importante en el transporte de los hidratos de carbono, favoreciendo la maduración y la resistencia a las enfermedades. Junto con el nitrógeno, son los macronutrientes más consumidos por la cebolla. La carencia, provoca la muerte de las hojas más viejas seguidas por el secamiento y muerte de las puntas, afectando el desarrollo de los bulbos, mientras que Thomazelli et al., (2000), menciona que el fósforo desempeña un papel fundamental en la división celular, reproducción sexual y forma parte de la estructura química de compuestos esenciales en el metabolismo vegetal, siendo importante para el crecimiento de la parte aérea y radicular de las plantas, participa en la estructura de los ésteres de carbohidratos, fosfolípidos, coenzimas y ácidos nucleicos, así como en los procesos de almacenamiento y transferencia de energía

#### D. DÍAS A LA COSECHA

El análisis de varianza para días a la cosecha (Cuadro 29), no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que en tratamientos existe una alta significancia, con un coeficiente de variación de 1,90%.

**Cuadro 29.** Días a la cosecha.

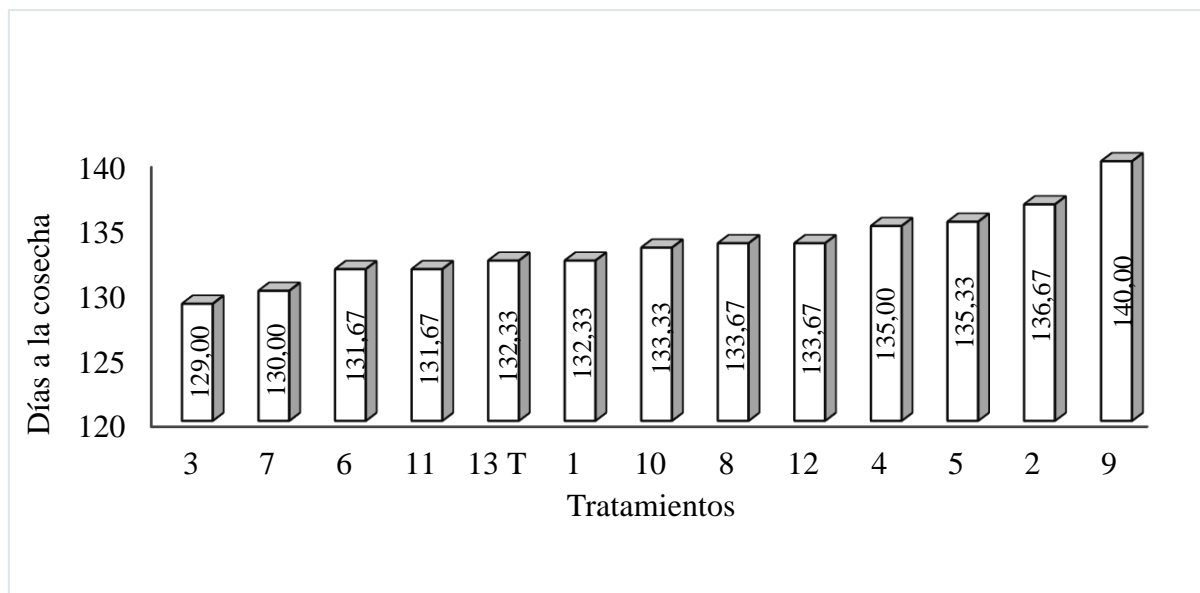
F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan
					0,05	0,01	
Total	38	455,59					
Repeticiones	2	1,9	0,95	0,15	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	299,59	24,97	3,89	2,18	3,01	**
Error	24	154,1	6,42				
C de V	1,90						

\*\* : Altamente significativo; \* : Significativo; Ns: No significativo

En la prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar presentan cinco rangos (Cuadro 30). En el rango “A” se ubica la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo +  $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  de fertilizante foliar (T3), con una aportación de  $105 \text{ Kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $120 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  y  $135 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  en la siembra y  $35 \text{ Kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $40 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  y  $45 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  en el rascadillo +  $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  de fertilización foliar aportando  $3,20 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$ , con una media de 129 días, mientras que en el rango “C” se ubica la formulación 10-30-10 + Urea+ Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo +  $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  de fertilizante foliar (T9), con una aportación de  $105 \text{ Kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $120 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  y  $135 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  en la siembra y  $35 \text{ Kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $40 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  y  $45 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  en el rascadillo +  $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  de fertilización foliar aportando  $3,20 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  con una media de 140 días

**Cuadro 30.** Prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha, según las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamientos	Medias	Rango
3	129	A
7	130	AB
6	131,67	AB
11	131,67	AB
13 Testigo Agr.	132,33	AB
1	132,33	AB
10	133,33	ABC
8	133,67	ABC
12	133,67	ABC
4	135	ABC
5	135,33	ABC
2	136,67	BC
9	140	C



**Gráfico 7.** Días a la cosecha, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

## DISCUSIÓN

De acuerdo con esta investigación como muestra el Cuadro 30, la formulación que presentó menor número de días a la cosecha fue DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo +  $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  de fertilizante foliar (T3), con una aportación de  $105 \text{ Kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $120 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  y  $135 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  en la siembra y  $35 \text{ Kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $40 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  y  $45 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  en el rascadillo +  $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  de fertilización foliar aportando  $3,20 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$ , con una media de 129 días, mientras que la formulación compuesta de 10-30-10 + Urea+ Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo+  $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  de fertilizante foliar (T9), con una aportación de  $105 \text{ Kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $120 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  y  $135 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  en la siembra y  $35 \text{ Kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ,  $40 \text{ Kg P}_2\text{O}_5 \cdot \text{ha}^{-1}$  y  $45 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$  en el rascadillo +  $7,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  de fertilización foliar aportando  $3,20 \text{ Kg K}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}$ , con una media de 140 días, presenta mayor días a la cosecha; como podemos observar la formulación que presenta menos días a la cosecha y la de mayor días, contienen igual aportación de fertilizante, con la diferencia de que la formulación de menos días contiene DAP y la formulación de mayor días presenta 10-30-10; la consecuencia es debido a la pendiente que presentó la parcela donde se realizó el ensayo, ya que hubo acumulación de humedad en la formulación que presenta mayor días a la cosecha (T9), además Allen, (2006) menciona que dentro de un mismo cultivo existe diferencias de consumo de agua, por aspectos de tamaño, como su parte anatómica, como consecuencia de estas variaciones en el crecimiento, desarrollo

y por ende variación en la culminación de la etapa fenológica del cultivo, además ALASKA. (2014), menciona que el ciclo vegetativo de la cebolla colorada variedad burguesa, desde la siembra al Trasplante 40 – 45 días y desde el Trasplante a la Cosecha 95 – 105 días; en este estudio los días a la cosecha difieren de lo mencionado por ALASKA. (2014), debido a que el ciclo vegetativo se alargó en un 23% lo que equivale a 24 días, en la formulación que menos días presentó (T3), mientras que en la otra formulación demoró un 33%, equivalente a 35 días más.

#### E. FORMA DEL BULBO

El análisis de varianza para la forma del bulbo (Cuadro 31), no presenta diferencia significativa tanto en repeticiones como en tratamientos, con un coeficiente de variación de 4,07%.

**Cuadro 31.** Forma del bulbo.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	0,08					
Repeticiones	2	0,01	0,01	2,48	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	0,02	0,0019	0,92	2,18	3,01	Ns
Error	24	0,05	0,002				
C de V	4,07						

\*\*: Altamente significativo; \*: Significativo; Ns: No significativo

#### DISCUSIÓN

En cuanto a la forma del bulbo no presenta significancia en los tratamientos, esto se debe a la característica de esta variedad, como lo indica ALASKA.(2017), quien explica que la forma de la cebolla colorada, variedad burguesa es semiachatado, lo cual coincide con la presente investigación ya que de acuerdo al cálculo realizado mediante la relación  $r = D_h/D_v$ , En donde:  $D_h$  = diámetro horizontal del bulbo y  $D_v$  = diámetro vertical del bulbo; interpretándose mediante el siguiente parámetro que: Achatado es cuando  $r > 1$ , l, coincidiendo con los

resultados de esta investigación debido a que presentó medias de 1,05 a 1,14; es decir tiene una forma achatada, característica de esta variedad.

#### F. PESO DEL BULBO (Kg.parcela neta<sup>-1</sup>)

El análisis de varianza para peso del bulbo/parcela neta (Cuadro 32), no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que en tratamientos existe una alta significancia, con un coeficiente de variación de 4,98%.

**Cuadro 32.** Peso del bulbo (Kg.parcela neta<sup>-1</sup>).

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan.
					0,05	0,01	
Total	38	565,87					
Repeticiones	2	1,03	0,51	0,33	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	527,34	43,95	28,12	2,18	3,01	**
Error	24	37,5	1,56				
C de V	4,98						

\*\*: Altamente significativo; \*: Significativo; Ns: No significativo

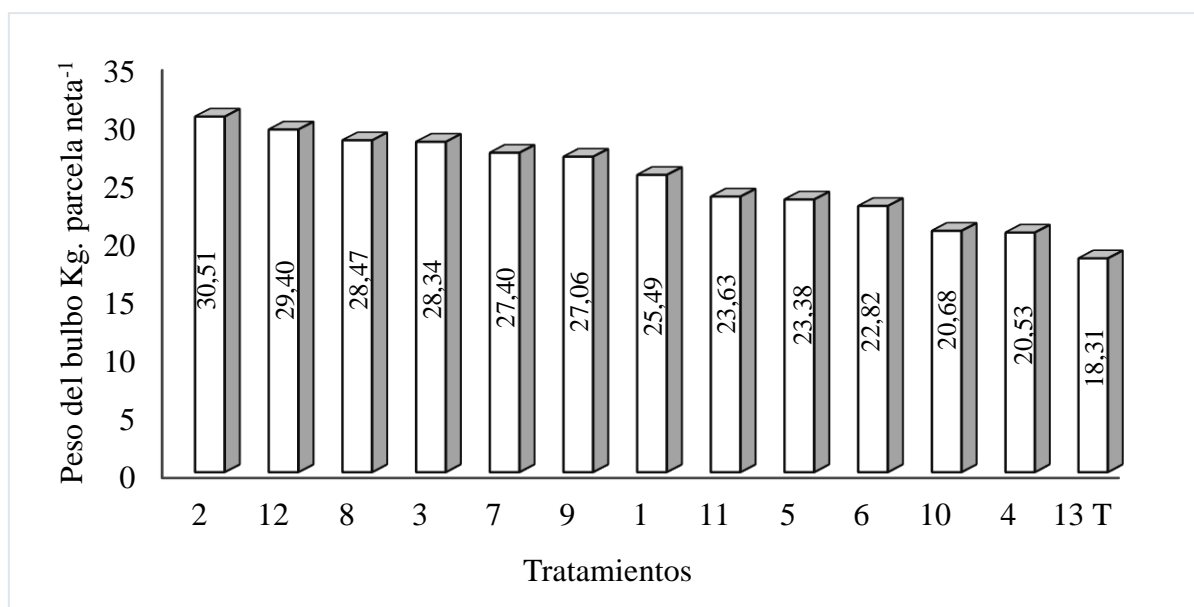
En la prueba de Tukey al 5% para el peso del bulbo Kg.parcela neta<sup>-1</sup> según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar presentan ocho rangos (Cuadro 33). En el rango “A” se ubican los tratamientos 2 y 12, sobresaliendo la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), con una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, presenta una media de 30,51 Kg.parcela neta<sup>-1</sup>, mientras que en el rango “F” se ubica la formulación del agricultor: 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup> en la siembra + 260 g Urea.parcela<sup>-1</sup> en el rascadillo + 20-20-20 a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (T13), presenta un aporte de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 113,90 Kg N.ha<sup>-1</sup>, en el rascadillo, más



0,95 Kg N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ .ha<sup>-1</sup> aportados mediante fertilización foliar a los 30, 60 y 90 ddt presenta una media de 18,31 Kg.parcela neta<sup>-1</sup>.

**Cuadro 33.** Prueba de Tukey al 5% para el peso del bulbo (Kg.parcela neta<sup>-1</sup>), según las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamientos	Medias	Rango
2	30,51	A
12	29,40	A
8	28,47	AB
3	28,34	AB
7	27,40	AB
9	27,06	ABC
1	25,49	BCD
11	23,63	CDE
5	23,38	CDE
6	22,82	DE
10	20,68	EF
4	20,53	EF
13	18,31	F



**Gráfico 8.** Peso del bulbo (Kg.parcela neta<sup>-1</sup>), según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

## DISCUSIÓN

En la presente investigación como indica el Cuadro 33, muestra que la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2) que presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, presenta mayor peso, con un promedio de 30,51 Kg.parcela neta<sup>-1</sup>; a diferencia de la formulación del testigo compuesta de 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup> en la siembra + 260 g Urea.parcela<sup>-1</sup> en el rascadillo + 20-20-20 a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (T13), el cual presenta un aporte de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 113,90 Kg N.ha<sup>-1</sup>, en el rascadillo, más 0,76 Kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> aportados mediante fertilización foliar a los 30,60 y 90 ddt, y una media de 18,31 Kg.parcela neta<sup>-1</sup>.

Esto se debe a que la mejor formulación de fertilización, presenta todos los elementos esenciales (N, P y K) para el normal desarrollo del cultivo, contribuyendo al normal crecimiento y desarrollo de la planta, a diferencia de la fertilización del testigo agricultor que tuvo diferentes aportaciones de fertilizantes, sin una dosis determinada de aplicación; además a pesar de que la mejor formulación y la del testigo presentan fertilización foliar, el testigo agricultor aporta potasio solo de manera foliar a los 30, 60 y 90 ddt, con una aportación de 0,76 Kg.ha<sup>-1</sup>, mientras que en la mejor formulación (T2) hay una aportación de potasio de 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> contribuyendo con 280 g.L<sup>-1</sup> lo que equivale a 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> y con una aplicación a partir de los 60 ddt

cada 15 días hasta los 120 ddt, con un total de 5 aplicaciones de fertilización foliar a base de potasio (K), motivo por el cual presentan mayor peso del bulbo Kg.parcela neta<sup>-1</sup>, como menciona Marschner (1995), citado por Robles, (2011), el potasio participa en el proceso de abertura y cierre de los estomas, respiración celular, síntesis de proteínas, osmorregulación, extensión celular y balance de cationes y aniones. Además este nutriente desempeña un papel fundamental en la regulación osmótica del agua en las células, importante para las especies que almacenan reservas en órganos como bulbos, principalmente relacionándolo con el tamaño de ellos, además Vidigal et al. (2003) trabajando con el cultivar Alfa Tropical, en condiciones de campo, observaron que el K fue el nutriente más absorbido por la planta distribuido en las hojas, bulbos y raíces, seguidos de N, Ca, P, S y Mg, habiéndose determinado que el máximo de absorción para los tres primeros fueron observados a os 117 ddt.

#### G. RENDIMIENTO (t.ha<sup>-1</sup>).

El análisis de varianza para el rendimiento (Cuadro 34), no presenta diferencia significativa en repeticiones, mientras que en tratamientos existe una alta significancia, con un coeficiente de variación de 8,61%.

**Cuadro 34.** Rendimiento t.ha<sup>-1</sup>.

F de V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tab.		Significan
					0,05	0,01	
Total	38	1587,89					
Repeticiones	2	11,18	5,59	0,44	3,40	5,61	Ns
Tratamientos	12	1273,72	106,14	8,41	2,18	3,01	**
Error	24	302,99	12,62				
C de V	8,61						

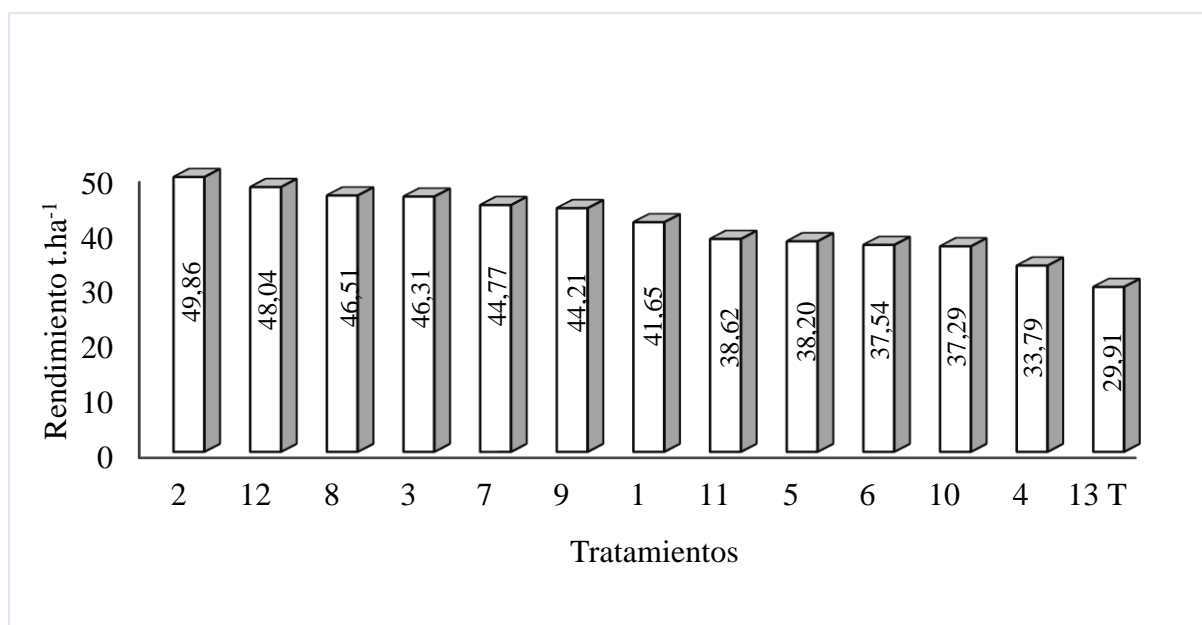
\*\*: Altamente significativo; \*: Significativo; Ns: No significativo

En la prueba de Tukey al 5% para el rendimiento según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar presentan ocho rangos (Cuadro 35). En el rango “A” se ubica la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de

K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2) que presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, con una media de 49,86 t.ha<sup>-1</sup>, mientras que en el rango “E” se ubica la formulación del agricultor: 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup> en la siembra + 260 g Urea.parcela<sup>-1</sup> en el rascadillo + 20-20-20 a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (T13), el cual presenta un aporte de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 113,90 Kg N.ha<sup>-1</sup>, en el rascadillo, más 0,76 Kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> aportados mediante fertilización foliar a los 30,60 y 90 ddt, con una media de 29,91 t.ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 35.** Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento t.ha<sup>-1</sup>, según las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamientos	Medias	Rango
2	49,86	A
12	48,04	AB
8	46,51	ABC
3	46,31	ABC
7	44,77	ABC
9	44,21	ABCD
1	41,65	ABCD
11	38,62	BCDE
5	38,20	BCDE
6	37,54	BCDE
10	37,29	CDE
4	33,79	DE
13 Testigo Agr.	29,91	E



**Gráfico 9.** Rendimiento t.ha<sup>-1</sup>, según las dos formulaciones de fertilización edáfica en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

## DISCUSIÓN

En cuanto al rendimiento según las dos formulaciones de fertilización química en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar, como muestra el Cuadro 36, la formulación de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), con una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, obtuvo mayor rendimiento con una media de 49,86 t.ha<sup>-1</sup>, a diferencia de la formulación del testigo agricultor: 260 g DAP.parcela<sup>-1</sup> en la siembra + 260 g Urea.parcela<sup>-1</sup> de en el rascadillo + 20-20-20 a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (T13), que presenta una aportación de 44,57 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 113,90 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 113,90 Kg N.ha<sup>-1</sup>, en el rascadillo y una aportación más de 0,76 Kg N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> aportados mediante fertilización foliar a los 30,60 y 90 ddt, fue el que menor rendimiento obtuvo con un promedio de 29,91 t.ha<sup>-1</sup>.

Cartagena; Padilla. (2002), manifiesta que la cantidad de nutrimento que requiera o absorba el cultivo durante su ciclo de vida está en función directa del rendimiento de este cultivo. Por lo tanto, para un rendimiento de 42 t.ha<sup>-1</sup> el cultivo extrae 160 Kg de N, 76 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 125 Kg de K<sub>2</sub>O, mientras que Vera, (2016), menciona que con una dosis de fertilización de 140 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 160 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> de y 180 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> el rendimiento de cebolla colorada cultivar

Francisca es de 44,09 t.ha<sup>-1</sup>; en la presente investigación el cultivo de cebolla colorada variedad burguesa extrae 140 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 160 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 180 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, con un rendimiento de 49,83 t.ha<sup>-1</sup>, el cual supera en 15,76% a los rendimientos obtenidos por los anteriores autores.

Infoagro, (2002), menciona que las cebollas necesitan alta cantidad de potasio, ya que favorece el desarrollo y la riqueza en azúcar del bulbo, afectando también a la conservación, lo que concuerda con Meléndez & Molino, (2002), quien menciona que el potasio es requerido intensamente durante los estados fisiológicos de producción, tales como la tuberización y llenado del tubérculo, iniciación y llenado del grano, así como en el cuajado y llenado del fruto. Estas épocas son críticas de gran demanda de nitrógeno y potasio, el abonamiento foliar puede ser un buen complemento aumentando el rendimiento total del cultivo; en la presente investigación se empleó la fertilización foliar a base de potasio siendo la mejor dosis 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> con una aportación de 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> incrementando un 60% el rendimiento en relación al rendimiento de la formulación del testigo agricultor mencionada anteriormente; Fageria, et al. (1997), citado por Meléndez, & Molina. (2002), indica que la tolerancia de concentración del nutrimento KCl en aplicaciones foliares es de 3 a 5 Kg, lo que equivale a 2,16 a 3,6 Kg de K<sub>2</sub>O, es decir que la dosis que mejor resultados presentó esta dentro de este rango, además su eficiencia se debe a que es un producto quelatado con EDTA, por ende hay una buena asimilación del nutrimento; como menciona Domínguez, (1997), citado por Gavilanes, (2015) el quelato permite un aprovechamiento del nutriente con una eficiencia hasta 10 veces superior en comparación con sales inorgánicas; Meléndez & Molina, (2002), manifiesta que los agentes quelatantes más fuertes, tales como el EDTA, son usados también en aplicaciones el suelo, ya que su alta estabilidad impide que el catión metálico se pierda fácilmente, es decir el potasio suministrado vía foliar es eficientemente asimilado.

## H. ANÁLISIS ECONÓMICO (\$)

**Cuadro 36.** Rendimiento.ha<sup>-1</sup>ajustado por categoría.

Tratamiento	Formulación	Primera t.ha <sup>-1</sup>	Segunda t.ha <sup>-1</sup>	Tercera t.ha <sup>-1</sup>	Peso Total t.ha <sup>-1</sup>
1	DAP + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 2,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	8,74	12,85	15,89	37,49
2	DAP + Urea + MK 75% Siembra+ 25% Rascadillo + 5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	14,88	14,89	15,10	44,87
3	DAP + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 7,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	9,68	20,92	11,08	41,68
4	DAP + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 2,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	7,07	10,70	16,02	33,79
5	DAP + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	6,88	14,94	12,56	34,38
6	DAP + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 7,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	6,80	14,56	12,21	33,56
7	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 2,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	12,09	19,59	8,61	40,29
8	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	12,04	21,41	8,41	41,86
9	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 7,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	20,01	15,86	3,93	39,79
10	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 2,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	4,99	15,41	10,01	30,41
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	13,72	9,13	11,90	34,75
12	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50%Rascadillo + 7,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	10,37	15,94	16,93	43,24
13 Tes. Agri	DAP Siembra + Urea Rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	12,57	8,12	6,23	26,92

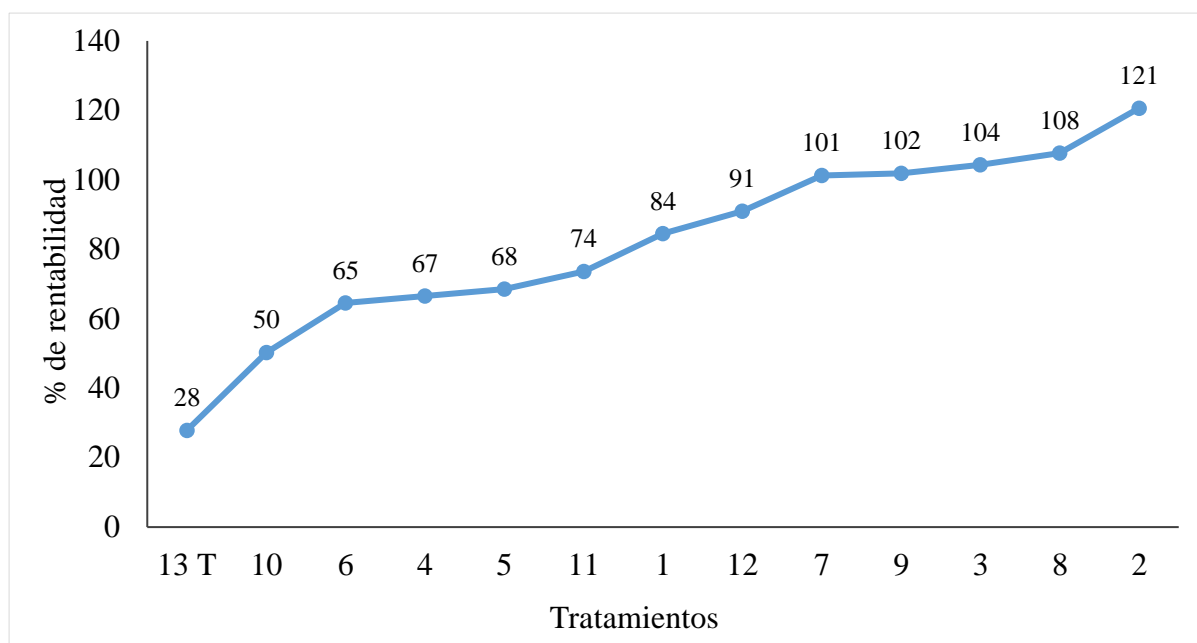
**Cuadro 37.** Ingreso en USD.ha<sup>-1</sup> por categoría.

Tratamiento	Formulación	Primera t.ha <sup>-1</sup>	Segunda t.ha <sup>-1</sup>	Tercera t.ha <sup>-1</sup>	USD.ha <sup>-1</sup>	costo USD
		0,70	0,65	0,60		
1	DAP + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	6116,76	8354,40	9536,46	24007,62	13014,62
2	DAP + Urea + MK 75% Siembra+ 25% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	10413,18	9681,17	9061,46	29155,80	13213,96
3	DAP + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 7,5cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	6773,18	13600,60	6645,88	27019,65	13224,76
4	DAP + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascdillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	4951,47	6952,44	9611,76	21515,66	12913,86
5	DAP + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	4812,84	9710,16	7537,93	22060,93	13092,96
6	DAP + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	4756,56	9463,54	7325,58	21545,69	13094,68
7	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	8460,38	12732,98	5168,23	26361,59	13095,73
8	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascdillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	8431,05	13916,84	5044,70	27392,58	13184,70
9	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	14004,45	10306,79	2355,73	26666,97	13213,04
10	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascdillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	3490,39	10019,55	6006,46	19516,40	12985,06
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascdillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	9605,43	5934,43	7141,76	22681,62	13067,97
12	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 7,5cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	7256,66	10363,03	10155,28	27774,97	14546,68
13 Tes. Agri	DAP Siembra + Urea Rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	8801,12	5275,19	3739,70	17816,01	13931,88



**Cuadro 38.** Beneficio costo de las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

Tratamiento	Formulación	USD.ha <sup>-1</sup>	Costo USD	B/C	Rentabilidad (%)
1	DAP + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 2,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	24007,62	13014,62	1,84	84
2	DAP + Urea + MK 75% Siembra+ 25% Rascadillo + 5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	29155,80	13213,96	2,21	121
3	DAP + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 7,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	27019,65	13224,76	2,04	104
4	DAP + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 2,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	21515,66	12913,86	1,67	67
5	DAP + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	22060,93	13092,96	1,68	68
6	DAP + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 7,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	21545,69	13094,68	1,65	65
7	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 2,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	26361,59	13095,73	2,01	101
8	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	27392,58	13184,70	2,08	108
9	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% Rascadillo + 7,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	26666,97	13213,04	2,02	102
10	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 2,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	19516,40	12985,06	1,50	50
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	22681,62	13067,97	1,74	74
12	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 7,5 cm <sup>-3</sup> .L <sup>-1</sup> FL	27774,97	14546,68	1,91	91
13 Tes. Agri	DAP Siembra + Urea Rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	17816,01	13930,35	1,28	28



**Gráfico 10.** Beneficio costo de las dos formulaciones de fertilización edáfica, en dos épocas de aplicación con tres dosis de fertilización foliar.

## DISCUSIÓN

Según el (Cuadro 37), la formulación DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar, que presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, presentó mayor costo beneficio de \$ 2,21; es decir que, por cada dólar invertido, se recupera el dólar invertido y se gana 1,21 con una rentabilidad de 121 %.

## **VI. CONCLUSIONES**

- A. La mejor formulación de fertilización química en forma edáfica y foliar para el cultivo de cebolla colorada (*Allium cepa*. var. Burguesa) es la compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), la cual presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>.
- B. Se determinó que la formulación compuesta por DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), la cual presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, presentó un rendimiento de 49,86 t.ha<sup>-1</sup>, obteniendo mayor beneficio costo de \$2,21 con una rentabilidad de 121%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- A. Desde el punto de vista de la rentabilidad económica se recomienda utilizar la formulación: DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar, aportando 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilización foliar aportando 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>; debido a que presentó mayor tasa de beneficio costo \$2,21 con una rentabilidad de 120,64%.
- B. Se recomienda utilizar la dosis media (5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup>) de Agro-nutri engrose K plus, lo que equivale a 7,6 litros de producto comercial.
- C. Realizar estudios acerca de la incidencia de raíz rosada en el cultivo de cebolla colorada
- D. Investigar otras fuentes de formulación como las estudiadas en este ensayo, incluyendo materia orgánica, 20-20-20 como fertilizante foliar, para la fertilización del cultivo de cebolla colorada.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar dos formulaciones de fertilización química en forma edáfica en dos épocas de aplicación, con tres dosis de fertilización foliar, en el cultivo de cebolla colorada (*Allium cepa*. var. burguesa), catón Riobamba, provincia de Chimborazo; usando un modelo estadístico de bloques completos al azar (BCA), con trece tratamientos y tres repeticiones. Se evaluó parámetros como: prendimiento, número de hojas, altura de la planta, días a la cosecha, forma del bulbo, peso del bulbo por parcela neta y rendimiento por hectárea, además se realizó un análisis económico en base a la relación Beneficio Costo. Los mejores resultados en cuanto a la altura, numero de hojas, peso del bubo por parcela neta y rendimiento se obtuvieron con la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar (T2), la cual presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> de fertilización foliar, además está formulación presentó mayor beneficio-costo (B/C) de \$ 2,21 y una rentabilidad de 121%. Desde el punto de vista agronómico y económico con una dosis de fertilización de 140, 160 y 180 Kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, se recomienda la utilización de la formulación compuesta de DAP + Urea + Muriato de K 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> de fertilizante foliar, la cual presenta una aportación de 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en la siembra y 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> y 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> en el rascadillo + 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> de fertilización foliar (T2) con el que se obtuvo un rendimiento de 49,86 t.ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** FERTILIZACIÓN QUÍMICA - CEBOLLA COLORADA - FERTILIZACIÓN FOLIAR.

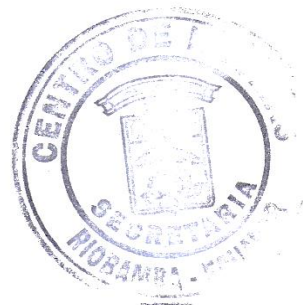
**Por:** Kelly Cáceres



## IX. SUMMARY

The present research proposes: to evaluate two formulations of chemical fertilization in edaphic form in two seasons of application, with three doses of foliar fertilization, in the cultivation of red onion (*Allium cepa*. burguesa. variety), Riobamba creek, Chimborazo province; using a randomized complete block (BCA) statistical model, with thirteen treatments and three replicates. The following parameters were evaluated: plowing, number of leaves, plant height, days at harvest, bulb shape, net bulb weight and yield per hectare, and an economic analysis was performed based on the Cost Benefit ratio. The best results in terms of height, number of leaves, trait weight per net plot and yield obtained in the formulation of DAP + Urea + Muriato of K 75% sowing + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> of foliar fertilizer (T2), which presents a contribution of 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> and 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> in the sowing and 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> and 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> in the rascadillo + 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> of foliar fertilization, in addition is rented formulation greater benefit (B/C) of \$ 2,21 and a profitability of 121%. From an agronomic and economic point of view with a fertilization dose of 140, 160 y 180 Kg.ha<sup>-1</sup> of nitrogen, phosphorus and potassium respectively, it is recommended to use the compound formula of DAP + Urea + Muriato de K 75% planting + 25% rascadillo + 5 cm<sup>3</sup>.L<sup>-1</sup> of foliar fertilizer, which presents a contribution of 105 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 120 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> and 135 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> at planting and 35 Kg N.ha<sup>-1</sup>, 40 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup> and 45 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> in the + 2,13 Kg K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup> leaflet of foliar fertilization (T2) yielding a yield of 49,86 t.ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** CHEMICAL FERTILIZATION - COLORED ONION - FOLIAR FERTILIZATION.



## **X. BIBLIOGRAFÍA**

1. Agroecuador. (2000). *Guía técnica para el cultivo de la cebolla*. Disponible en: <http://www.agroecuador.com/Download/Cebolla.pdf>. Consultado: 05 de septiembre de 2016.
2. Agripac. (2001). *Guía práctica de cultivo de cebolla*. Folleto Divulgativo. Manabí-Ecuador. p. 44.
3. Alaska. (2014). *Características del cultivar burguesa*. Disponible en: [www.importalaska.com/alaska\\_semillas/cat\\_product.asp?id\\_p=5&id\\_c=8](http://www.importalaska.com/alaska_semillas/cat_product.asp?id_p=5&id_c=8) Consultado el 12/06/2015.
4. Aljaro. (2009). *Manual de cultivo de cebolla (Allium cepa L) y ajo (Allium sativum)*. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/185409106/Manual-Cultivo-Cebolla-Ajo> Consultado: 18 de marzo de 2017.
5. Allen, R. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma
6. Amc Chemical. (2016). *Hoja técnica de agronutrientes engrose K-plus*. España
7. Arcos, F. (2013). *Texto básico de fertilización y nutrición vegetal*. Riobamba
8. Benitez, J. (2003). *Producción y comercialización de la cebolla de bulbo*. Revista. Ambato.
9. Benson Agriculture and Food Institute. (2004). *Fertilidad del suelo nutrición del cultivo*. Disponible en: <http://www.bensoninstitute.org/Agronox>. Consultado: 15/04/2017
10. Bordoli, J. (2001). *Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa*. Montevideo: PROCISUR-IIICA. p. 573, 646. Disponible: <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/curso/docs/Aplicaci1.pdf>. Consultado: 15 de junio del 2017
11. Cadahia. (2000). *Fertirrigación. cultivos hortícolas y ornamentales*. (2<sup>da</sup> ed). España: Mundi Prensa. p. 66.
12. Carpio, J. (2001). *Evaluación de la eficacia de cinco fertilizantes foliares con tres dosis en el cultivo establecido de alfalfa (Medicago sativa L.) variedad morada extranjera*. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
13. Cartagena, &., Padilla, N. (2002). *Fertilizantes nutrición vegetal*. Folleto divulgativo nutrición vegetal, 12. Chile.

14. Casseres, E. (2001). *Producción de hortalizas*. (3<sup>ra</sup> ed). Costa Rica: IICA. p 238
15. Chicaiza, M., & Suquilanda, M. (2001). *Respuesta de cinco genotipos de cebolla perla (Allium cepa L.) a tres distancias de siembra bajo manejo orgánico*. Tumbaco. Pichincha. Rumipamba 15(1), 85-86
16. Deho, N. A., Wagan, M. R., Baloach, M. K., Rajpar, I., & Keerio, M. I. (2002). *Npk trial on onion (Allium cepa L.)*. Pakistan journal of applied sciences 2(8): 820-821.  
Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/46027213\\_NPK\\_Trial\\_on\\_Onion\\_Allium\\_cepa\\_L?el=1\\_x\\_8&enrichId=rgreq-6f8eaf495332547d0597011f3fbe09d8-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzNzA0MDg0NTtBUzoxODE3MjM0MzQzMzIxNjBAMTQyMDMzNzY1MTU3NA==](https://www.researchgate.net/publication/46027213_NPK_Trial_on_Onion_Allium_cepa_L?el=1_x_8&enrichId=rgreq-6f8eaf495332547d0597011f3fbe09d8-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzNzA0MDg0NTtBUzoxODE3MjM0MzQzMzIxNjBAMTQyMDMzNzY1MTU3NA==). Consultado: 28 de junio del 2017
17. Federación Nacional de Cafeteros Colombianos. (2000). *Cultivo de la cebolla de bulbo*. Cali – Colombia: Litocemoa.
18. Fiallos, M., & Suquilanda, M. (2001). *Respuesta de cinco genotipos de cebolla colorada (Allium cepa L.) a tres distancias de siembra bajo manejo orgánico*. Mulaló. Cotopaxi. Rumipamba. pp. 63-64. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>. Consultado: 10 de septiembre del 2016.
19. Freire, C. (2012). *Aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de cebolla colorada (Allium cepa L.) a campo abierto en Macají, cantón Riobamba. Provincia de Chimborazo*. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador
20. Gavilanes, L. (2015). *Efecto de la fertilización foliar y edáfica con hierro y zinc para la biofortificación agronómica del tubérculo de papa (solanum tuberosum)*. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador
21. Ghaffoor, A., Jilani, M. S., Khaliq, G., & Waseem, K. (2003). Effect of different NPK levels on the growth and yield of three onion (Allium cepa L.) varieties. Asian Journal of Plant Sciences. 2(3): 342-346.
22. Giaconi, V., & Escaff, M. (2004). *Cultivo de hortalizas*. (2<sup>da</sup> ed). Chile. p. 145.  
Disponible en:  
[https://books.google.com.ec/books?id=9xgvfdGGYC&pg=PA153&dq=morfologia+de+hortalizas&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiv\\_sCUjY](https://books.google.com.ec/books?id=9xgvfdGGYC&pg=PA153&dq=morfologia+de+hortalizas&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiv_sCUjY)



- rPAhWQsh4KHWriA6AQ6AEIHzAB#v=onepage&q=morfologia%20de%20hortalizas&f=false. Consultado: 15 de junio del 2017.
23. Gispert, C. (2003). *Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería*. Barcelona – España: Océano Grupo.
  24. Holdridge, L. (2000). *Ecología basada en zonas de vida*. Traducida por Humberto Jiménez Saa. San José - Costa Rica: IICA. p. 216.
  25. Horneck, D. (2004). *Nutrient management for onions in the Pacific Northwest*. *Better Crops* 88:14-16. Disponible en:  
[http://www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/\\$webindex/6A22835AFC3C9FBB85256E3C001D20FD/\\$file/04-1p14.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/$webindex/6A22835AFC3C9FBB85256E3C001D20FD/$file/04-1p14.pdf). consultado: 04/05/2017
  26. Infoagro. (2002). *La cebolla de bulbo*. Disponible en: [http://www.infoagro.com/Cebolla de bulbo](http://www.infoagro.com/Cebolla_de_bulbo). Asp. Consultado: 12 de septiembre del 2016
  27. Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2000). *Cebolla colorada*. Censo Nacional Agropecuario Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>. Consultado: 10 de septiembre del 2016
  28. Instituto De Investigación Agropecuario De Panamá. (2006). *Tecnología de Los Alimentos: frutas, hortalizas y productos derivados en general*. Cebolla. Requisitos de Calidad. Disponible en:  
[http://www.puntofocal.gov.ar/notific\\_otros\\_miembros/pan86\\_t.pdf](http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/pan86_t.pdf). Consultado: 04/06/2017.
  29. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias., (2008). *Guía técnica de cultivos*. Manual N° 73. Quito-Ecuador.
  30. Instituto Interamericano de Corporación para la Agricultura. (2008). *Guía práctica de exportación de cebolla colorada*. Consultado 10 de septiembre del 2016. Disponible en: [www.IICA.com.gov.ec/Cebolla de bulbo](http://www.IICA.com.gov.ec/Cebolla_de_bulbo).
  31. Lardizabal, R. (2014). *Manual de producción del cultivo de cebolla*. Disponible en:  
<http://www.gamis.zamorano.edu/gamis/es/Docs/hortalizas/cebolla.pdf>. Consultado: 11 de septiembre del 2016.
  32. Leñano, F. (2001). *Como se cultivan las hortalizas de bulbo, raíces y tubérculos*. Barcelona – Vecchi. pp. 23 – 46.
  33. López T. (2006). *Horticultura*. (2<sup>da</sup> ed). México. pp. 85 – 95.
  34. Melgar, R. (2005). *Aplicación foliar de micronutrientes*. Disponible en:  
<http://www.fertilizando.com/articulos/Aplicacion%20Foliar%20de%20Micronutrientes.asp>. consultado: 22 de junio del 2017.

35. Meléndez, G., & Molina, E. (2002). *Fertilización foliar principios y aplicaciones*. Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica: Jiménez.
36. Mógor, F. (2000). *Nível nutricional e incidência de doenças foliares na cultura da cebola (Allium cepa L.) Botucatu*. p. 65. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP.
37. Munera, G. (2014). *El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal*. Universidad tecnológica de Pereira facultad de tecnología. Programa de tecnología química. Laboratorio de análisis de suelos. Disponible en:  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5248/el%20fosforo%20elemento.pdf?sequence=1>. Consultado: 18 de junio del 2017
38. Muñoz, W. (2016). *Texto básico para profesional en ingeniería forestal. en el área de fisiología vegetal*. Disponible en:  
<http://www.unapiquitos.edu.pe/pregrado/facultades/forestales/descargas/publicaciones/FISIO-TEX.pdf>. Consultado: 15 de junio del 2017
39. Nuñez, M. (2015). *Respuesta del cultivo de cebolla colorada (allium cepa l.) a tres abonos orgánicos y tres niveles de fertilización edáfica*. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador.
40. Ore, R. (2015). *Efecto de tres niveles de fertilización npk en el rendimiento y calidad de allium cepa l. var. sivan fl-h-202 en santo domingo, laredo-trujillo*. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Universidad Nacional de Trujillo. Lima-Perú. Disponible en:  
[file:///C:/Users/Alfa/Downloads/ORE,%20R.%202015\\_unlocked.pdf](file:///C:/Users/Alfa/Downloads/ORE,%20R.%202015_unlocked.pdf) Consultado: 28 de junio del 2017
41. Pacheco, I. (2013). *Curva de absorción de nutrimentos en cebolla Allium cepa cv. Aquarius y ajo Allium sativum cv. Criollo*. (Tesis de grado. Licenciado en Ingeniería Agronómica). Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
42. Robles, A. (2011). *Respuesta de niveles de npk en el crecimiento y producción de cebolla (allium cepa l.) var. “roja arequipeña” en pampas de san juan, laredo*. (Tesis de grado. Ingeniero agrónomo). Universidad Nacional de Trujillo. Lima- Perú.
43. Roger, C. (2002). *El Suelo Vivo “Manual práctico de agricultura natural”*. Tocane - Francia.
44. Rojas, C., & Ruiz, R. (2001). *Nutrición y fertilización*. Disponible en:  
<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR26824.pdf>. Consultado: 12 de septiembre del 2016.

45. Rottenberg, O., & Gallardo, A. (2010). *El Arte de la nutrición foliar, mecanismos de absorción*. México.
46. Santos, A. (2000). *Fertilización foliar un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. México: Printer.
47. Segura, A. (2002). *Principios y aplicaciones de la fertilización foliar*. Costa Rica: Heredia.
48. Serrano. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*.  
Disponible en:  
[http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01\\_FERTILIZACI%C3%93N\(BAJA\)\\_tcm7-207769.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_FERTILIZACI%C3%93N(BAJA)_tcm7-207769.pdf). Consultado: 10 de mayo del 2017.
49. Sonnenmerg, P. (2000). *Cultivo de la cebolla*. Universidad federal, Goas. pp. 29 - 56.  
Brasi
50. Sullivan, D., Brown, B., Shock, C., Horneck, D., Stevens, R., Pelter, G., & Feibert, E. (2001). *Nutrient management for onions in the Pacific Northwest*. Oregon State University, Washington State University and University of Idaho. Disponible en:  
[http://www.oregon.gov/ODA/pest/docs/pdf/98\\_23\\_pnw546.pdf](http://www.oregon.gov/ODA/pest/docs/pdf/98_23_pnw546.pdf). Consultado 28 de junio del 2017.
51. Suquilanda, M. (2003). *Producción orgánica de hortalizas*; en la Sierra Norte y Central del Ecuador. Quito, EC. Promsa. pp. 117 – 203.
52. Thomazelli, L.F., Gandin, C.L., Guimarães, D.R., Muller, S.R., Zimmermann Filho, A.A., & Zanini Neto, J.A. (2000). *Nutrição da cultura da cebola para a produção de sementes*. Florianópolis: Epagri. pp. 40-110.
53. Trinidad, A., & Aguilar, D. (2000). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos*. México.
54. Valverde, F., Córdova J., & Parra, R. (2002). *Fertilización del Cultivo de Papa.*, Quito: INIAP
55. Valadez, L. (2001). *Producción de hortalizas*. México D.F. – México: Noriega.
56. Vallejo, F., & Estrada, E. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido*. Universidad Nacional de Palmira. Colombia. p. 147.
57. Vera, V. (2016). *Evaluación de la eficacia de tres dosis de fertilizante químico en el rendimiento de cuatro cultivares de cebolla colorada (Allium cepa)*. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.
58. Vidigal SM., Pereira PRG., Pacheco DD., & Facion CE. (2003). *Acumulação de matéria*

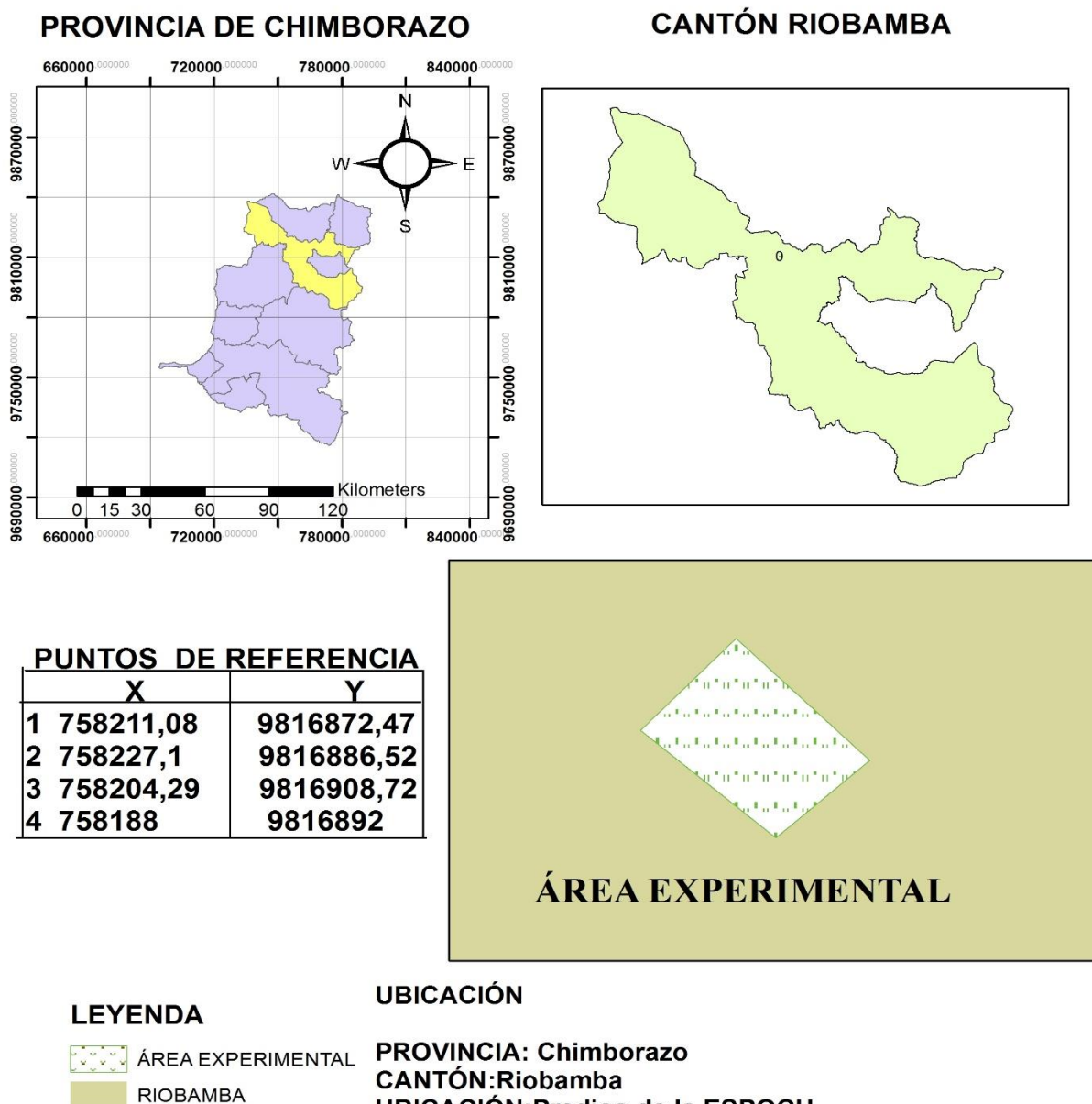
*fresca e seca pela cebolla*. In: Congresso brasileiro de olericultura. Disponible en: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olna4028c.pdf> Consultado: 22 de junio del 2017

59. Weinbaum, S., Brown, P., & Johnson, R. (2002). *Application of selected macronutrients (N, K) in deciduous orchards: physiological and agro technical perspectives* [Aplicación de macronutrientes seleccionados (N, K) en huertos caducifolios: perspectivas fisiológicas y agro técnicas]. Acta Horticulturae. pp. 59-64.
60. Yara, (2017). *Nutrición vegetal*. Ficha técnica del 10-30-10. Disponible en: <http://www.yara.com.co/crop-nutrition/products/other/13a8-npk-10-30-10/>. Consultado: 05/04/2017

## **XI. ANEXOS**

### **Anexo 1. Localización del campo experimental.**

## **ÁREA EXPERIMENTAL DE ESTUDIO**



**Anexo 2.** Esquema de distribución del ensayo.

The diagram illustrates the experimental layout with a grid of plots. The overall dimensions are 2,10 m in height and 5m + 1m + 1m = 7m in width. The plots are arranged in a grid with the following labels and dimensions:

2,10 m	5m	1m	1m	
	T6R1		T6R2	T6R3
0,30 m				
	T8R1		T8R2	T8R3
	T2R1		T2R2	T2R3
	T1R1		T1R2	T1R3
		0,30 m		
	T4R1		T4R2	T4R3
	T10R1		T10R2	T10R3
	T3R1		T3R2	T3R3
				0,30 m
	T12R1		T12R2	T12R3
	T5R1		T5R2	T5R3
	T7R1		T7R2	T7R3
	T9R1		T9R2	T9R3
	T11R1		T11R2	T11R3
	T13R1 Tes. Agri	1m	T13R2 (testigo)	1m
				T13R Tes. Agri

**Anexo 3.** Porcentaje de prendimiento a los 8 ddt.

<b>Tratamiento</b>	<b>Formulación</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	94	92	95	94
2	DAP + Urea + MK 75% siembra+ 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	96	98	98	97
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	91	94	94	93
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	89	90	94	91
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	91	91	88	90
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	97	94	96	96
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	73	65	79	72
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	93	93	92	92
9	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	82	82	80	81
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	95	91	96	94
11	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	86	91	82	86
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	77	97	93	89
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	94	93	93	93

**Anexo 4.** Porcentaje de prendimiento a los 15 ddt.

Tratamiento	Formulación	R1	R2	R3	$\bar{X}$
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	86	83	96	88
2	DAP + Urea + MK 75% siembra+ 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	87	83	96	89
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	90	91	93	92
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	85	80	87	84
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	82	86	83	83
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	99	98	95	97
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	89	86	81	86
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	90	79	81	84
9	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	61	43	73	59
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	90	74	87	84
11	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	96	96	96	96
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	66	92	92	83
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	99	96	98	98



**Anexo 5.** Número de hojas a los 30 ddt.

<b>Tratamiento</b>	<b>Formulación</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,8	3,8	4,4	4,33
2	DAP + Urea + MK 75% siembra+ 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,5	4,5	4,2	4,40
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,3	4,2	4,4	4,30
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,3	3,8	3,9	4,00
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,4	4,2	4,1	4,23
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,4	5	4,6	4,67
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,5	4,4	4,4	4,43
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,8	4,8	4,2	4,60
9	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,5	4,7	4,7	4,63
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,8	4,1	4,1	4,33
11	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,3	4	4,4	4,23
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	4,9	4,6	4,4	4,63
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	4,8	4	4,8	4,53

**Anexo 6.** Número de hojas a los 60 ddt.

Tratamiento	Formulación	R1	R2	R3	$\bar{X}$
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,2	6	6,2	6,13
2	DAP + Urea + MK 75% siembra+ 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,5	6,9	6,5	6,63
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,3	6,2	6,1	6,20
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,1	6	6,1	6,07
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,4	6,3	6,3	6,33
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,5	6,7	6,2	6,47
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,1	6,1	6,2	6,13
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,3	6,3	6	6,20
9	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,3	6,1	6,1	6,17
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,5	6,1	6	6,20
11	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,5	6	6,4	6,30
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	6,3	6,9	6,4	6,53
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	6,3	5,8	5,9	6,00

**Anexo 7.** Número de hojas a los 90 ddt.

Tratamiento	Formulación	R1	R2	R3	$\bar{X}$
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	7,3	7,1	7,5	7,30
2	DAP + Urea + MK 75% siembra+ 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	8,9	8,5	8,8	8,73
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	7,5	7,5	8,2	7,73
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	7,9	7,1	8,1	7,70
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	8	7,3	7,8	7,70
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	7,2	8,3	7,1	7,53
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	7,5	7,9	8,3	7,90
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	8,4	8,2	6,9	7,83
9	10-30-10 + Urea + MK 75% Siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	8	8,5	9,6	8,70
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	8,2	7,6	7,9	7,90
11	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	8	7,6	8,4	8,00
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	8,5	8,3	7,2	8,00
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	7,1	7,2	6,9	7,07

**Anexo 8.** Altura de la planta (cm) a los 30 ddt.

Tratamiento	Formulación	R1	R2	R3	$\bar{X}$
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	21,57	23,82	23,92	23,10
2	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	22,25	24,68	21,36	22,76
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	21,72	19,71	20,74	20,72
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	21,39	19,8	21,34	20,84
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	21,21	20,4	20,31	20,64
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	18,95	18,98	16,98	18,29
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	20,49	19,97	19,03	19,83
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	18,98	19,17	22,6	20,25
9	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	20,62	16,97	25,14	20,91
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	19,91	20,15	21,41	20,49
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	21,04	20,47	21,56	21,02
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	19,77	22,55	21,75	21,36
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20 cada 30-60-90 ddt	19,83	19,99	20,84	20,22

**Anexo 9.** Altura de la planta (cm) a los 60 ddt.

Tratamiento	Formulación	R1	R2	R3	$\bar{X}$
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	34,41	35,17	34,88	34,82
2	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	40,34	41,58	40,19	40,70
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	36,14	36,66	36,09	36,30
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	32,35	33,89	34,87	33,70
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	35,77	32,59	33,43	33,93
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	32,17	32,31	32,39	32,29
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	35,56	35,82	36,81	36,06
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	38,45	38,91	37,31	38,22
9	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	35,99	34,35	35,75	35,36
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	30,8	31,78	32,52	31,70
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	33,55	32,68	35,86	34,03
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	39,47	40,91	39,01	39,80
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	29,91	30,4	33,55	31,29

**Anexo 10.** Altura de la planta (cm) a los 90 ddt.

Tratamiento	Formulación	R1	R2	R3	$\bar{X}$
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	42,32	43,33	44,01	43,22
2	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	49,82	48,44	47,81	48,69
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	46,83	45,67	46,34	46,28
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	37,89	36,89	38,01	37,60
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	39,63	37,14	38,23	38,33
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	36,79	35,46	36,02	36,09
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	44,7	45,23	46,21	45,38
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	47,29	45,68	46,78	46,58
9	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	43,25	42,67	43,69	43,20
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	35,21	36,29	35,97	35,82
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	40,18	39,89	40,67	40,25
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	48,12	47,21	47,56	47,63
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	35,26	34,07	30,18	33,17

**Anexo 11.** Días a la cosecha.

<b>Tratamiento</b>	<b>Formulación</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	131	131	135	132,33
2	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	135	135	140	136,67
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	128	131	128	129,00
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	135	135	135	135,00
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	131	135	140	135,33
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	135	130	130	131,67
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	130	130	130	130,00
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	135	135	131	133,67
9	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	140	140	140	140,00
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	135	135	130	133,33
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	130	135	130	131,67
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	135	135	131	133,67
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	131	131	135	132,33

**Anexo 12.** Forma del bulbo.

<b>Tratamiento</b>	<b>Formulación</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,06	1,15	1,08	1,10
2	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,15	1,18	1,10	1,14
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,13	1,12	1,09	1,11
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,02	1,04	1,09	1,05
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,16	1,11	1,08	1,12
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,17	1,11	1,14	1,14
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,09	1,17	1,01	1,09
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,19	1,09	1,06	1,11
9	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,10	1,15	1,02	1,09
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,09	1,11	1,10	1,10
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,00	1,14	1,11	1,08
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	1,08	1,11	1,09	1,09
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	1,13	1,12	1,12	1,12



**Anexo 13.** Peso del bulbo (Kg.parcela neta<sup>-1</sup>).

Tratamiento	Formulación	R1	R2	R3	$\bar{X}$
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	25,32	26,70	24,45	25,49
2	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	30,19	28,85	32,50	30,51
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	28,57	27,35	29,10	28,34
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	21,34	20,68	19,56	20,53
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	23,56	24,23	22,34	23,38
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	22,67	24,35	21,45	22,82
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	27,40	26,45	28,34	27,40
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	29,34	28,39	27,67	28,47
9	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	26,34	27,35	27,48	27,06
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	20,23	19,45	22,36	20,68
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	24,56	23,67	22,67	23,63
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	31,32	29,32	27,56	29,40
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	18,11	17,31	19,50	18,31

**Anexo 14.** Rendimiento (t.ha<sup>-1</sup>).

Tratamiento	Formulación	R1	R2	R3	$\bar{X}$
1	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	41,37	43,63	39,95	41,65
2	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	49,33	47,14	53,10	49,86
3	DAP + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	46,68	44,69	47,55	46,31
4	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	34,87	49,00	28,76	37,54
5	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	38,50	39,59	36,50	38,20
6	DAP + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	37,04	39,79	35,05	37,29
7	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	44,77	43,22	46,31	44,77
8	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	47,94	46,39	45,21	46,51
9	10-30-10 + Urea + MK 75% siembra + 25% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	43,04	44,69	44,90	44,21
10	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 2,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	33,06	31,78	36,54	33,79
11	10-30-10 + Urea + MK 50% Siembra + 50% Rascadillo + 5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	40,13	38,68	37,04	38,62
12	10-30-10 + Urea + MK 50% siembra + 50% rascadillo + 7,5 cm <sup>3</sup> .L <sup>-1</sup> de fertilizante foliar	51,18	47,91	45,03	48,04
13	DAP siembra + Urea rascadillo + 20-20-20 cada 30-60-90 ddt	29,59	28,28	31,86	29,91

**Anexo 15.** Costo del Tratamiento 1.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
DAP	Kg	347,8	0,71	246,96
Muriato de Potasio	Kg	300,1	0,42	126,02
Urea	Kg	168,6	0,45	75,86
Agro nutri engrose EDTA	ml	3800,0	0,02	57,00
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1003,03
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,036	36,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1386,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	1018	0,3	305,40
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	1018	0,25	254,50
<b>Subtotal</b>				1.774,90
<b>Total</b>				<b>11831,47</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1183,15</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13014,62</b>

**Anexo 16.** Costo del Tratamiento 2.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
DAP	Kg	347,8	0,71	246,96
Muriato de Potasio	Kg	300,1	0,42	126,02
Urea	Kg	168,6	0,45	75,86
Agro nutri engrose EDTA	ml	7615,0	0,015	114,23
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1060,25
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	1218	0,3	365,40
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	1218	0,25	304,50
<b>Subtotal</b>				1884,90
<b>Total</b>				<b>12012,69</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1201,27</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13213,96</b>

**Anexo 17.** Costo del Tratamiento 3.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
DAP	Kg	347,8	0,71	246,96
Muriato de Potasio	Kg	300,1	0,42	126,02
Urea	Kg	168,6	0,45	75,86
Agro nutri engrose EDTA	ml	11422,5	0,015	171,34
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1117,37
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	1132,0	0,3	339,60
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	1132	0,25	283,00
<b>Subtotal</b>				1837,60
<b>Total</b>				<b>12022,51</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1202,25</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13224,76</b>



**Anexo 18.** Costo del Tratamiento 4.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
DAP	Kg	347,8	0,71	246,96
Muriato de Potasio	Kg	300,1	0,42	126,02
Urea	Kg	168,6	0,45	75,86
Agro nutri engrose EDTA	ml	3800,0	0,02	57,00
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1003,03
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	826	0,3	247,80
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	826	0,25	206,50
<b>Subtotal</b>				1669,30
<b>Total</b>				<b>11739,87</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1173,99</b>
<b>Gran Total</b>				<b>12913,86</b>

**Anexo 19.** Costo del Tratamiento 5.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
DAP	Kg	347,8	0,71	246,96
Muriato de Potasio	Kg	300,1	0,42	126,02
Urea	Kg	168,6	0,45	75,86
Agro nutri engrose EDTA	ml	7615,0	0,015	114,23
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1060,25
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	1018,0	0,3	305,40
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	1018	0,25	254,50
<b>Subtotal</b>				1774,90
<b>Total</b>				<b>11902,69</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1190,27</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13092,96</b>

**Anexo 20.** Costo del Tratamiento 6.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
DAP	Kg	347,8	0,71	246,96
Muriato de Potasio	Kg	300,1	0,42	126,02
Urea	Kg	168,6	0,45	75,86
Agro nutri engrose EDTA	ml	11422,5	0,015	171,34
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1117,37
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	917	0,3	275,10
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	917	0,25	229,25
<b>Subtotal</b>				1719,35
<b>Total</b>				<b>11904,26</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1190,43</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13094,68</b>

**Anexo 21.** Costo del Tratamiento 7.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
Muriato de Potasio	Kg	211,1	0,42	88,68
10-30-10	Kg	533,3	0,55	293,32
Urea	Kg	188,4	0,45	84,78
Agro nutri engrose EDTA	ml	3800,0	0,015	57,00
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1020,97
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	1094,0	0,3	328,20
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	1094	0,25	273,50
<b>Subtotal</b>				1816,70
<b>Total</b>				<b>11905,21</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1190,52</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13095,73</b>



**Anexo 22.** Costo del Tratamiento 8.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
Muriato de Potasio	Kg	211,1	0,42	88,68
10-30-10	Kg	533,3	0,55	293,32
Urea	Kg	188,4	0,45	84,78
Agro nutri engrose EDTA	ml	7615,0	0,015	114,23
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1078,20
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	1137,0	0,3	341,10
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	1137	0,25	284,25
<b>Subtotal</b>				1840,35
<b>Total</b>				<b>11986,09</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1198,61</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13184,70</b>

**Anexo 23.** Costo del Tratamiento 9.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
Muriato de Potasio	Kg	211,1	0,42	88,68
10-30-10	Kg	533,3	0,55	293,32
Urea	Kg	188,4	0,45	84,78
Agro nutri engrose EDTA	ml	11422,5	0,015	171,34
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1135,31
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	1080	0,3	324,00
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	1080	0,25	270,00
<b>Subtotal</b>				1809,00
<b>Total</b>				<b>12011,85</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1201,19</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13213,04</b>

**Anexo 24.** Costo del Tratamiento 10.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
Muriato de Potasio	Kg	211,1	0,42	88,66
10-30-10	Kg	533,4	0,55	293,35
Urea	Kg	188,5	0,45	84,81
Agro nutri engrose EDTA	ml	3800,0	0,015	57,00
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1021,01
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	911,0	0,3	273,30
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	911	0,25	227,75
<b>SUBTOTAL</b>				1716,05
<b>TOTAL</b>				<b>11804,60</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1180,46</b>
<b>Gran Total</b>				<b>12985,06</b>

**Anexo 25.** Costo del Tratamiento 11.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	10	13,5	135,00
Rastrada	Hora	4,0	10	40,00
Limpieza y nivelada	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				580,00
<b>Fertilizantes</b>				
Muriato de Potasio	Kg	211,1	0,42	88,66
10-30-10	Kg	533,4	0,55	293,35
Urea	Kg	188,5	0,45	84,81
Agro nutri engrose EDTA	ml	7615,0	0,015	114,23
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1078,23
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	944,0	0,3	283,20
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	944	0,25	236,00
<b>Subtotal</b>				1734,20
<b>Total</b>				<b>11879,97</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1188,00</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13067,97</b>



**Anexo 26.** Costo del Tratamiento 12.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	57	10	571,43
Rastrada	Hora	6,6	4,0	26,38
Limpieza y nivelada	Jornal	38	30	1142,86
<b>Subtotal</b>				1740,67
<b>Fertilizantes</b>				
Muriato de Potasio	Kg	211,1	0,42	88,66
10-30-10	Kg	533,4	0,55	293,35
Urea	Kg	188,5	0,45	84,81
Agro nutri engrose EDTA	ml	11422,5	0,015	171,34
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				1135,34
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	1174,0	0,3	352,20
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	1174	0,25	293,50
<b>Subtotal</b>				1860,70
<b>Total</b>				<b>13224,25</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1322,43</b>
<b>Gran Total</b>				<b>14546,68</b>

**Anexo 27.** Costo del Tratamiento 13.ha<sup>-1</sup>.

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Preparación del suelo</b>				
Limpieza del terreno	Jornal	57	10	571,43
Rastrada	Hora	6,6	4,0	26,38
Limpieza y nivelada	Jornal	38	30	1142,86
<b>Subtotal</b>				1740,67
<b>Fertilizantes</b>				
DAP	Kg	247,62	0,71	175,81
Urea	Kg	247,62	0,45	111,43
20-20-20	g	3807,5	0,009	34,27
Campo orgánico	ml	4609,5	0,02	92,19
Mano de obra	Jornal	30	13,5	405,00
<b>Subtotal</b>				818,70
<b>Trasplante</b>				
Plántulas	Plántulas	333333	0,012	4000,00
Mano de obra	Jornal	60	13,5	810,00
Enraizante	ml	4761,9	0,05	214,29
<b>Subtotal</b>				5024,28

<b>Rubros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unit. (USD)</b>	<b>P. Total (USD)</b>
<b>Controles Fitosanitarios</b>				
Predostar	g	3957,3	0,04	138,50
Iprodione	g	3957,3	0,04	138,50
Score	cm <sup>3</sup>	1319,1	0,11	145,10
Robral	cm <sup>3</sup>	2638,2	0,06	164,89
Previcur	cm <sup>3</sup>	3297,7	0,04	145,10
Ridomil	g	3297,7	0,03	104,21
Daconil	g	2967,9	0,03	77,83
Acrobat	g	9893,2	0,02	178,08
Buffago	cm <sup>3</sup>	3957,3	0,05	197,86
Engeo	ml	4761,9	0,1	476,19
Mano de obra	Jornal	22,0	13,5	297,00
<b>Subtotal</b>				2063,26
<b>Labores culturales</b>				
Rascadillo	Jornal	20	13,5	270,00
Herbicida	ml	1000,0	0,05	50,00
Deshierbas	Jornal	80	13,5	1080,00
<b>Subtotal</b>				1400,00
<b>Cosecha</b>				
Sacos	Sacos	731	0,3	219,30
Mano de obra	Jornal	90	13,5	1215,00
Transporte	Carro	731	0,25	182,75
<b>Subtotal</b>				1617,05
<b>Total</b>				<b>12663,95</b>
<b>Imprevistos</b>				
<b>Imprevistos 10%</b>				<b>1266,40</b>
<b>Gran Total</b>				<b>13930,35</b>

**Anexo 28.** Análisis químico del suelo.



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**DEPARTAMENTO DE SUELOS**



Nombre del Propietario: Kelly Cáceres

Remitente:

Ubicación:

Olericultura

Nombre de la granja

Lican

Parroquia

Riobamba

Cantón

Chimborazo

Provincia

Fecha de ingreso: 20/09/2016  
 Fecha de salida: 29/09/2016

**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELOS**

		μS	mg/L			Meq/100g			ppm			
Ident.	pH	Cond. Elect.	% M.O	NH4	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe	Textura
Suelo	8,4 Alc.	302 No salino	0,8 B	14,8 B	72,4 A	0,55 B	2,5 B	5,7 A	1,04 B	0,31 B	9,98 B	Franco arenosa

CODIGO	
Alc. Alcalino	A: alto
N: Neutro	M: medio
L. Ac. Ligeramente ácido	B: bajo

*Ing. Franklin Arcos T.*  
 JEFE LAB. SUELOS

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418

"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"



*Ing. Elizabeth Pachacama*  
 TECNICO LAB. SUELOS